Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région des Maritimes
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2013/009

ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DU SAUMON ATLANTIQUE DES HAUTES TERRES DU SUD

Figure 1. Carte illustrant les hautes terres du Sud par rapport aux trois autres unités désignables du saumon atlantique dans la région des Maritimes.

Contexte

En novembre 2010, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné la population du saumon atlantique des hautes terres du sud de la Nouvelle-Écosse comme étant une espèce en voie de disparition. Cet assemblage de populations (unité désignable) occupe les rivières de la partie continentale de la Nouvelle-Écosse, y compris toutes les rivières au sud de la chaussée de Canso sur les côtes est et sud de la Nouvelle-Écosse et qui se jettent dans l'océan Atlantique (figure 1), ainsi que celles de la baie de Fundy, au sud-ouest du cap Split. L'historique phylogénétique unique du saumon atlantique des hautes terres du Sud, le flux génétique historique minime entre les hautes terres du Sud et les régions avoisinantes, les faibles taux de vagabondage des individus d'autres régions et la preuve d'une adaptation locale aux conditions environnementales de la région des hautes terres du Sud tendent à démontrer que le saumon de cette région est différent du saumon présent dans d'autres régions.

Le secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) a élaboré un processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) dans le but de fournir les avis scientifiques et l'information nécessaires pour satisfaire aux diverses exigences de la Loi sur les espèces en péril (LEP). En plus de servir à conseiller le Ministre au sujet de l'inscription de l'espèce en vertu de la LEP, ces renseignements scientifiques sont utilisés pour analyser les répercussions socio-économiques de l'inscription et pour mener les consultations subséquentes, le cas échéant. Ils servent également à évaluer les activités susceptibles de contrevenir à la LEP, dans l'éventualité où l'espèce serait inscrite sur la liste, et à élaborer un programme de rétablissement. Cette évaluation tient compte des données scientifiques existantes pour évaluer le potentiel de rétablissement du saumon atlantique des hautes terres du Sud.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 22 au 25 mai 2012 sur l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon atlantique (Unité désignable de hautes terres du sud de la Nouvelle-Écosse). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO.

Canada

SOMMAIRE

- Selon les indices disponibles, l'abondance du saumon atlantique est très faible dans l'unité désignable des hautes terres du Sud et elle a connu une baisse par rapport aux niveaux observés dans les années 1980 et 1990.
- Les données annuelles sur l'abondance des adultes dans quatre rivières démontrent une baisse de 88 % à 99 % par rapport à l'abondance observée dans les années 1980; une tendance semblable est observée dans les prises de la pêche récréative.
- Les comparaisons dans toute la région des données sur la densité des juvéniles provenant de plus de 50 rivières indiquent d'importants déclins continus entre les années 2000 et 2008-2009. Elles fournissent également des preuves de disparition dans certaines rivières.
- La modélisation démographique de deux des plus grandes populations résiduelles dans l'unité désignable des hautes terres du Sud (rivières LaHave et St. Mary's) indique une forte probabilité de disparition (87 % et 73 % en moins de 50 ans pour ces deux populations respectivement) en l'absence d'une intervention humaine ou d'un changement du taux de survie pour une autre raison.
- Des analyses de viabililté démographique révèlent que la perte de la résilience du passé à l'égard de la variabilité environnementale et des phénomènes environnementaux extrêmes place l'espèce face à un risque élevé de disparition.
- Des saumons atlantiques juvéniles ont été trouvés dans 22 des 54 réseaux hydrographiques étudiés en 2008-2009. En raison des réductions d'habitat d'eau douce qui se sont déjà produites et des faibles effectifs actuels qui continuent à décliner, les 22 rivières représentent un habitat important pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud. Le rétablissement de ces populations devrait permettre d'atteindre la répartition visée dans l'objectif de rétablissement. Si l'on découvre du saumon dans d'autres rivières, la prise en compte de celles-ci comme habitat important devra être réévaluée.
- Les estuaires associés à ces 22 rivières sont considérés comme un habitat important pour le saumon atlantique, qui doit les traverser pour arriver à migrer et compléter son cycle biologique.
- Même s'il existe probablement un habitat marin important pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud, la grande variation temporelle et spatiale rend difficile l'établissement d'un lien entre les fonctions importantes du cycle biologique, les caractéristiques marines particulières et leurs composantes.
- Les objectifs de rétablissement proposés pour les populations de saumon atlantique de l'unité désignable des hautes terres du Sud comportent des composantes d'abondance et de répartition. Les objectifs d'abondance fixés pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud sont proposés comme exigences de ponte pour la conservation dans une rivière précise. Les objectifs de répartition doivent englober la variabilité génétique et phénotypique entre les populations ainsi que la variabilité environnementale entre les rivières; ils doivent s'étendre aux rivières réparties dans l'ensemble de l'unité désignable pour permettre le flux génétique entre les rivières et les populations. En incluant une plus grande variété de populations dans les objectifs de répartition, on s'attend à améliorer la persistance et à faciliter le rétablissement à plus long terme.
- Des objectifs de rétablissement provisoires pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud peuvent servir à évaluer les progrès liés au rétablissement. D'abord, freiner le déclin de l'abondance et de la répartition dans les rivières avec des populations documentées de saumon atlantique. Ensuite, réduire le risque de disparition dans les rivières avec des populations documentées de saumon atlantique en augmentant l'abondance dans ces rivières. Enfin, au besoin, élargir la présence et l'abondance du saumon atlantique dans d'autres rivières qui ne contiennent pas de saumon actuellement, pour uniformiser la répartition dans l'unité désignable des hautes terres du Sud et faciliter la dynamique de métapopulation.

- Les objectifs de rétablissement devront être revus au fur et à mesure que des renseignements sur la dynamique de la population en rétablissement seront disponibles. Des indicateurs de survie et de risques de disparition peuvent servir à évaluer les progrès réalisés à l'égard des objectifs de rétablissement.
- Deux habitats ont fait l'objet d'une évaluation en tant que résidences potentielles pour le saumon atlantique. Ce sont les frayères qui correspondent le mieux à la définition de résidence, puisqu'elles sont construites, tandis que les roches-abris ne le sont pas.
- Les menaces pesant sur la persistance et le rétablissement en eau douce qui présentent un niveau élevé de préoccupation comprennent (sans ordre d'importance) l'acidification, la modification de l'hydrologie, les espèces de poisson envahissantes, la fragmentation des habitats attribuables aux barrages et aux ponceaux, les activités de pêche illégales et le braconnage.
- Les menaces dans les milieux marins et estuariens qui présentent un niveau élevé de préoccupation comprennent (sans ordre d'importance) la salmoniculture et les changements de l'écosystème marin.
- Selon l'analyse de l'utilisation des terres dans la région des hautes terres du Sud, les activités humaines antérieures et en cours sont considérables dans la plupart des bassins versants et elles ont probablement altéré les processus hydrologiques dans les bassins hydrographiques des hautes terres du Sud. Les facteurs à l'échelle des bassins hydrographiques peuvent surpasser ceux qui contrôlent l'abondance du saumon à des échelles spatiales plus petites (c.-à-d. à l'intérieur du tronçon d'un cours d'eau).
- L'acidification de la rivière a grandement contribué à la réduction de l'abondance ou à la disparition de populations dans de nombreuses rivières de la région au cours du dernier siècle. Même si l'acidification a cessé dans la plupart des réseaux, peu sont ceux qui se rétablissent et on s'attend à ce que la plupart restent marqués par l'acidification pendant plus de 60 ans.
- On estime que l'acidification et les obstacles au passage du poisson ont réduit la superficie d'habitat en eau douce d'environ 40 %, une estimation qui est sans doute prudente. Toutefois, étant donné la faible abondance du saumon à l'heure actuelle, la superficie de l'habitat n'est pas considérée comme étant actuellement limitative pour les populations des rivières où les obstacles et l'acidification ne sont pas en cause. L'éventualité que l'habitat en eau douce devienne limitatif dépend de la dynamique des populations rétablies.
- La modélisation démographique de la population de saumon des rivières LaHave (en amont des chutes Morgan) et St. Mary's (bras ouest) indique que les taux de montaison du stade de saumoneau à celui d'adulte, un indicateur de la survie en mer, ont diminué d'un facteur d'environ trois entre les années 1980 et 2000. À l'heure actuelle, les taux de montaison du saumon des hautes terres du Sud sont environ dix fois supérieurs à ceux des populations de saumon à l'intérieur de la baie de Fundy.
- Contrairement aux populations de saumon à l'intérieur de la baie de Fundy, dont la survie en mer est tellement faible que des mesures de rétablissement en eau douce auront probablement peu d'effets sur la viabilité globale, les mesures de rétablissement axées sur l'amélioration de la productivité en eau douce devraient réduire le risque de disparition du saumon des hautes terres du Sud.
- Les mesures d'assainissement pour s'attaquer aux problèmes d'utilisation des terres n'entraîneront pas une augmentation immédiate des populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud. Toutefois, les changements à grande échelle sont les plus susceptibles d'engendrer une augmentation importante des populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud, en raison de leur plus grande incidence sur l'abondance totale du bassin hydrographique plutôt que sur la densité localisée et, par conséquent, de régler les problèmes à l'échelle du bassin hydrographique. La coordination d'activités à petite échelle pourrait produire des effets immédiats, mais de plus courte durée que les mesures s'attaquant aux menaces à l'échelle du paysage.

- Selon des analyses de viabilité démographique, des augmentations relativement faibles de la productivité en eau douce ou de la survie en mer devraient permettre de réduire les probabilités de disparition. Par exemple, dans le cas de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan), une augmentation de 20 % de la productivité en eau douce diminuerait la probabilité de disparition de 87 % à 21 % d'ici 50 ans, et une augmentation de 50 % la diminuerait à près de 0 % d'ici 50 ans. Des changements plus importants sur le plan de la survie en mer sont nécessaires pour rétablir les populations à des niveaux supérieurs à ceux requis pour leur conservation.
- Une analyse de sensibilité des effets de la taille de départ d'une population sur la viabilité démographique met en évidence les risques associés au retardement des mesures de rétablissement; le rétablissement est susceptible de devenir plus difficile si l'abondance continue à diminuer, comme on le prévoit pour ces populations.
- Le saumon atlantique est l'une des espèces les plus étudiées au monde. Pour obtenir plus de renseignements, les lecteurs peuvent consulter les documents de recherche à l'appui, qui font partie de l'ensemble des avis pour cette unité désignable.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Raison d'être de l'évaluation

En tant que ministère compétent en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), Pêches et Océans Canada est tenu de prendre un certain nombre de mesures lorsque le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué une espèce aquatique comme étant menacée ou en voie de disparition. Bon nombre de ces mesures nécessitent de l'information scientifique sur la situation actuelle de l'espèce, de la population ou de l'unité désignable visée, les menaces qui pèsent sur sa survie ou son rétablissement, ses besoins en matière d'habitat et la faisabilité de son rétablissement. En pareil cas, l'avis scientifique est habituellement formulé dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement effectuée aussitôt que possible après l'évaluation du COSEPAC, ce qui permet d'intégrer les analyses scientifiques ayant fait l'objet d'un examen par les pairs aux processus prévus par la LEP, y compris les décisions concernant l'inscription et la planification du rétablissement.

En novembre 2010, le COSEPAC a désigné le saumon atlantique (*Salmo salar*) des hautes terres du Sud comme étant une espèce en voie de disparition (COSEPAC 2011). Le secteur des Sciences du MPO a été chargé d'entreprendre une évaluation du potentiel de rétablissement de l'unité désignable des hautes terres du sud de la Nouvelle-Écosse selon le protocole du MPO établi à cette fin (MPO 2007). Des renseignements sur 22 cadres de référence ont été examinés au cours de cette réunion.

Unité désignable des hautes terres du Sud

L'unité désignable des hautes terres du Sud du saumon atlantique regroupe les populations de saumon qui occupent les rivières depuis le nord-est de la partie continentale de la Nouvelle-Écosse près de Canso jusqu'au cap Split, dans la baie de Fundy (COSEPAC 2011). Cette région comprend les rivières des côtes est et sud de la Nouvelle-Écosse qui se jettent dans l'océan Atlantique (figure 1) ainsi que les rivières de la baie de Fundy au sud du cap Split. Auparavant, cette région était divisée en trois zones de pêche du saumon (ZPS) : la ZPS 20 (côte Est), la ZPS 21 (sud-ouest de la Nouvelle-Écosse) et une partie de la ZPS 22 (rivières de la baie de Fundy à l'intérieur de la rivière Annapolis).

Les preuves génétiques, la géographie régionale et les différences relatives aux caractéristiques du cycle biologique font en sorte que le saumon atlantique des hautes terres du Sud est considéré comme unique (Gibson *et al.* 2011) et sa disparition constituerait une perte irremplaçable sur le plan de la biodiversité du saumon atlantique. O'Reilly *et al.* (2012) fournissent d'autres renseignements sur l'analyse génétique du saumon atlantique des hautes terres du Sud.

Le nombre exact de rivières qu'occupe le saumon atlantique des hautes terres du Sud est inconnu, mais celui-ci a probablement déjà utilisé l'habitat le plus accessible dans cette région, au moins de manière intermittente. La région compte 585 bassins hydrographiques (cours d'eau de différentes tailles qui se déversent directement dans l'océan), dont 72 auraient déjà été fréquentés par des populations de saumon atlantique (figure 2).

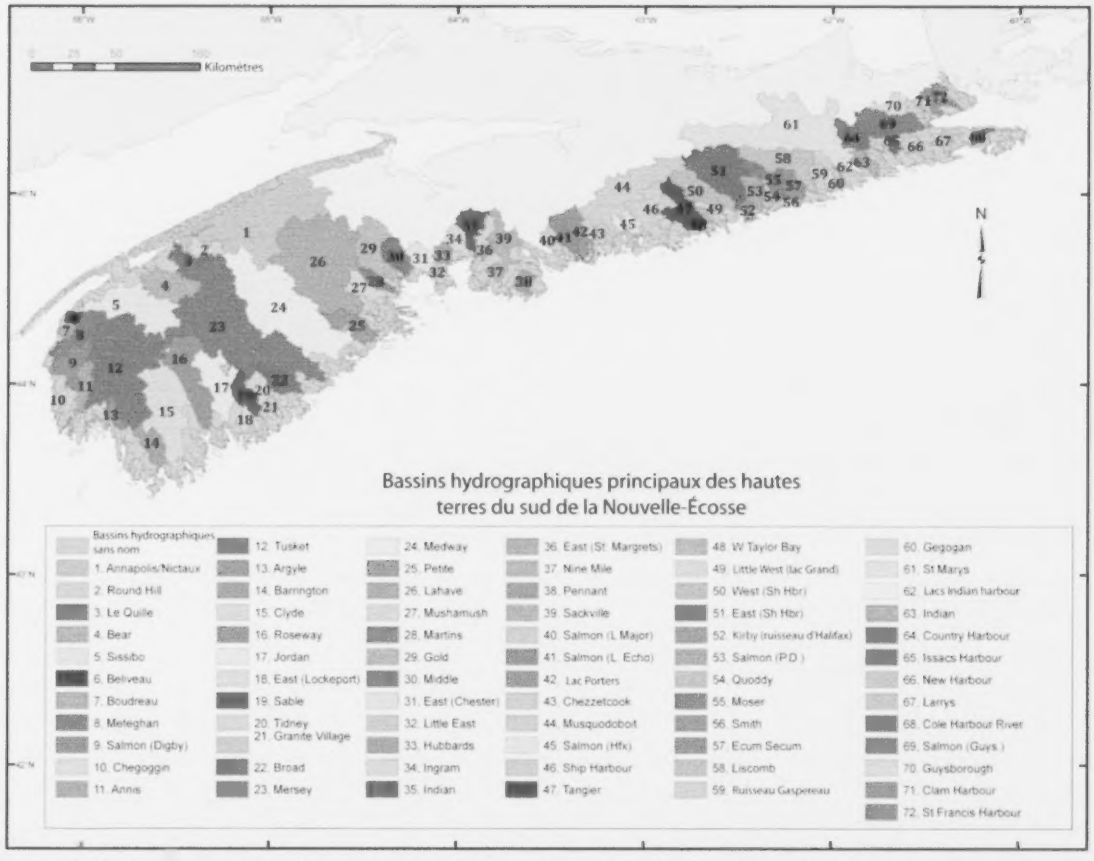

Figure 2. Carte des bassins hydrographiques de la région des hautes terres du Sud, auxquels un numéro et une couleur ont été attribués, et dont les limites ont été déterminées à partir de la couche des bassins hydrographiques secondaires pour ArcGIS élaborés par le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse. Les bassins qui ne portent pas de numéro, mais qui se trouvent quand même dans la région des hautes terres du Sud sont indiqués en gris.

Des renseignements sur le cycle biologique du saumon atlantique des hautes terres du Sud sont présentés dans Gibson et Bowlby (2013). Dans la population des hautes terres du Sud, le saumon atteint la maturité après avoir passé un ou deux hivers en mer (et est alors appelé « saumon unibermarin » ou « saumon dibermarin », respectivement), même si, historiquement, une faible proportion atteignait également la maturité après trois hivers en mer (alors appelé « saumon tribermarin »). La proportion de saumon qui atteint la maturité après un nombre

donné d'hivers en mer est très variable parmi les populations et les saumons tribermarins sont maintenant très rares sinon inexistants dans la plupart des populations des hautes terres du Sud.

Le saumon atlantique est l'une des espèces les plus étudiées au monde. Pour obtenir plus de renseignements, les lecteurs peuvent consulter les documents de recherche à l'appui, qui font partie de l'ensemble des avis pour cette unité désignable.

ÉVALUATION

État et tendances

Les données disponibles pour évaluer l'abondance et les tendances du saumon atlantique des hautes terres du Sud comprennent les évaluations des montaisons de saumons adultes dans la rivière St. Mary's (bras ouest), la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) et la rivière East (Sheet Harbour) ainsi que l'abondance estimée des saumoneaux de cette population et celle des saumons juvéniles (alevins et tacons) dans de nombreuses rivières. L'abondance de la population présente dans la rivière Liscomb a également déjà fait l'objet d'une évaluation. Des détails concernant l'abondance et les tendances du saumon atlantique des hautes terres du Sud sont présentés dans Bowlby *et al.* (2013).

Abondance des individus adultes

Selon les indices disponibles, l'abondance du saumon atlantique est très faible dans l'unité désignable des hautes terres du Sud et elle a connu une baisse par rapport aux niveaux observés dans les années 1980 et 1990. Les données annuelles sur l'abondance des adultes dans quatre rivières démontrent une baisse de 88 % à 99 % par rapport à l'abondance observée dans les années 1980 (figure 3); une tendance semblable est observée dans la série chronologique des prises de la pêche récréative.

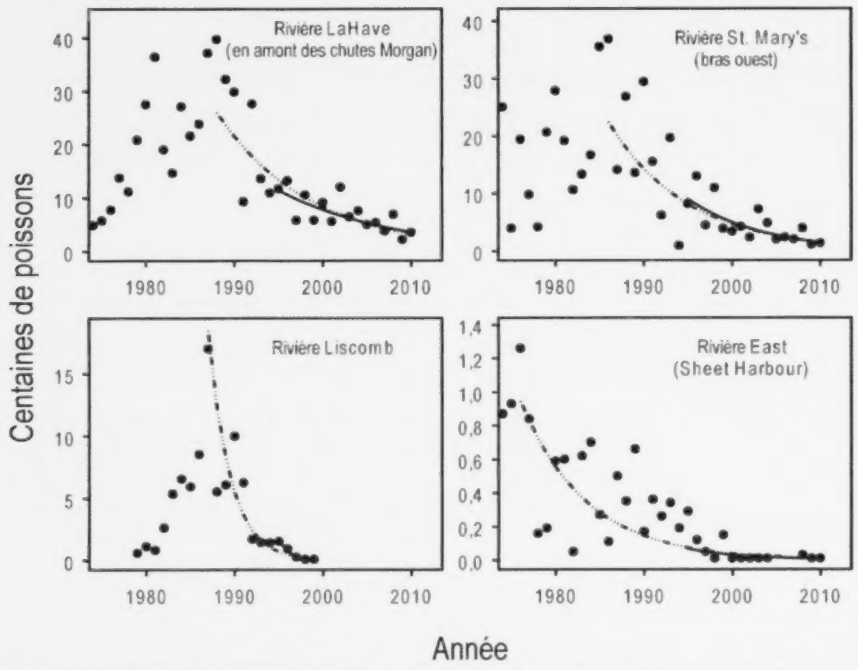

Figure 3. Série chronologique de l'abondance des saumons atlantiques adultes selon les données de dénombrement des adultes (points) dans quatre rivières des hautes terres du Sud, de 1974 à 2010. Les lignes représentent les tendances estimées par régression linéaire logarithmique sur les trois générations antérieures (lignes continues) et l'année d'abondance maximale (lignes pointillées).

Abondance et répartition des juvéniles

Les comparaisons dans toute la région des données (d'électropêche) sur la densité de la population de juvéniles provenant de plus de 50 rivières révèlent d'importants déclins continus entre les années 2000 et 2008-2009, en plus de fournir des preuves de disparition dans certaines rivières. En 2008-2009, le saumon atlantique juvénile était observé dans 22 des 54 rivières étudiées de l'unité désignable, mais il n'a pas été observé dans 4 rivières où sa présence avait été signalée en 2000 (figure 4). Malgré la similarité de l'effort de pêche dans les deux relevés, seulement un quart des saumons juvéniles capturés en 2000 ont été capturés dans le relevé de 2008-2009 (1 019 par comparaison à 3 733).

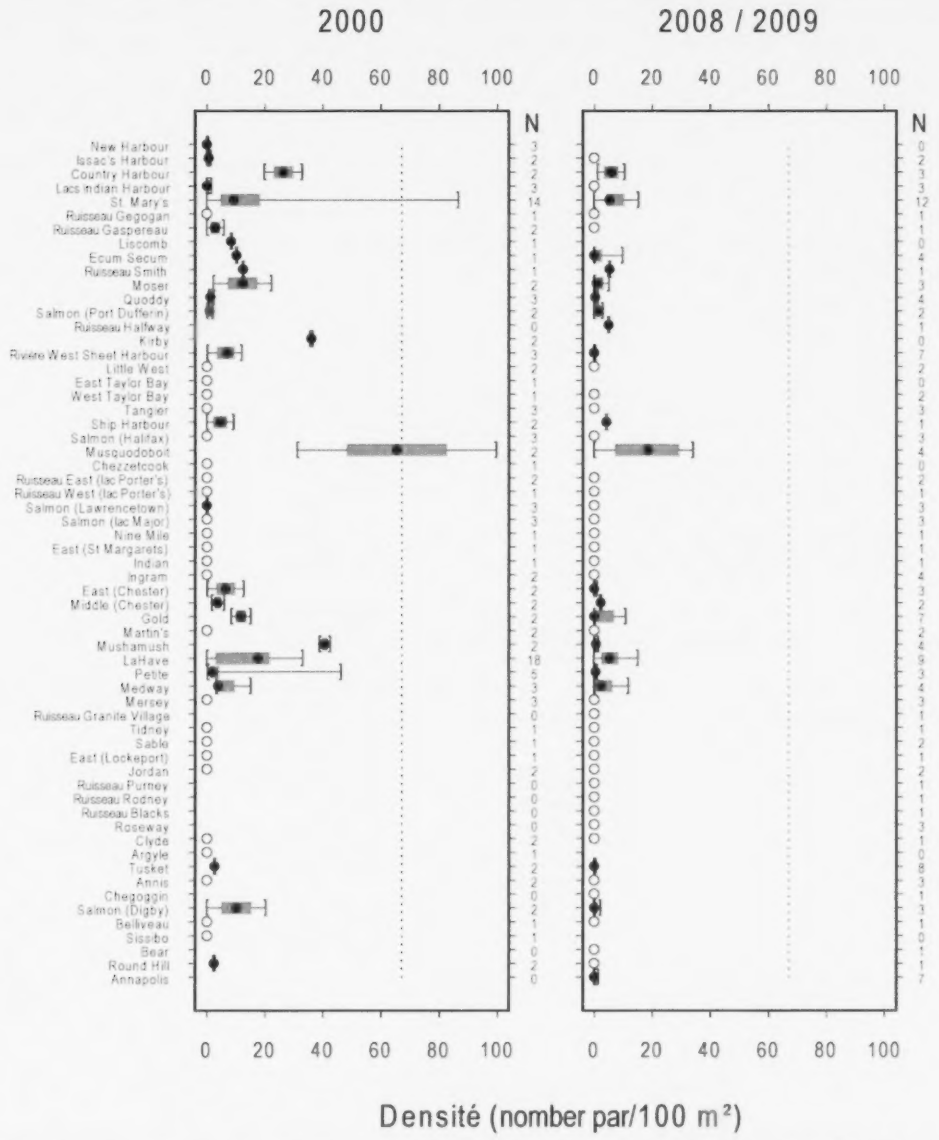

Figure 4. Diagrammes de quartiles des densités de saumons atlantiques juvéniles (âge 0, âge 1 et âge 2+ combinés) établies par électropêche dans des rivières au cours des relevés de 2000 (à gauche) et de 2008-2009 (à droite). Le nombre de sites échantillonnés dans chaque rivière est indiqué sur l'axe de droite des deux diagrammes, et les sites où aucun saumon n'a été capturé sont représentés par des cercles vides. La ligne pointillée verticale indique la norme d'Elson pour l'abondance totale des juvéniles dans les deux diagrammes. Légende : les symboles noirs signifient les médianes, les rectangles représentent la plage interquartile et les moustaches indiquent les valeurs minimales et maximales. Tiré de Gibson et al. (2011).

Dans les cours d'eau où les saumons juvéniles étaient présents en 2008-2009, les densités observées variaient de 0,3 à 33,8 individus par 100 m^2 (figure 4). Les densités observées d'alevins (âge 0) variaient de 0,3 à 28,0 individus par 100 m^2 et de tacons (âges 1 et 2+) variaient de 0,2 à 16,1 individus par 100 m^2, la rivière Musquodoboit étant celle où les valeurs les plus élevées ont été consignées. En général, la densité moyenne des deux classes d'âge était inférieure à la norme d'Elson (30 individus d'âge 0 par 100 m^2 et 24 individus d'âge 1 et plus par 100 m^2), dont les valeurs ont servi à titre de référence pour la production de juvéniles en eau douce.

Aire de répartition

L'évaluation de l'aire de répartition actuelle du saumon atlantique des hautes terres du Sud en eau douce est établie d'après les relevés des individus juvéniles (figure 4), bien que certains puissent être présents dans certaines rivières qui ne faisaient pas partie des relevés. L'étendue réelle des milieux marins que fréquente le saumon atlantique des hautes terres du Sud est inconnue, mais selon des études de marquage, on le trouve tout le long de la côte de la Nouvelle-Écosse, de l'intérieur de la baie de Fundy jusqu'à la pointe du Cap-Breton, presque toute, sinon toute, l'année. De plus, il peut être présent le long de la côte nord du Nouveau-Brunswick, dans les eaux de Terre-Neuve, du nord du Québec et de la pointe du Labrador, et migrer vers le nord jusqu'à ce qu'une proportion atteigne la mer du Labrador, la mer d'Irminger ou le long de la côte ouest du Groenland. Dans la pêche en haute mer au Labrador et dans l'ouest du Groenland, un faible nombre d'individus marqués ont reçu une latitude et une longitude lorsqu'ils ont été recapturés; par conséquent, il n'est pas possible de déterminer jusqu'à quelle distance au large le saumon atlantique fréquente ces eaux. En supposant que ces données représentent des modèles de répartition générale dans le milieu marin, le saumon atlantique des hautes terres du Sud semble faire une utilisation limitée du golfe du Saint-Laurent (y compris les régions côtières entourant les îles de la Madeleine, celles du nord du Nouveau-Brunswick ou du Québec près de l'île d'Anticosti). De plus amples renseignements concernant l'analyse des données sur le marquage figurent dans Bowlby *et al.* (2013b).

Dynamique démographique

Un modèle de dynamique démographique fondé sur le cycle biologique a été utilisé pour évaluer la viabilité démographique. Ce modèle comporte deux composantes : un modèle de production en eau douce qui évalue le nombre de saumoneaux produits en fonction de la ponte et un modèle d'œufs par saumoneau qui évalue le taux de production des œufs par les saumoneaux tout au long de leur vie. Ces composantes sont combinées au moyen d'une analyse d'équilibre qui donne une estimation de l'abondance à laquelle la population se stabiliserait si les paramètres demeuraient inchangés. Ce modèle combiné sert ensuite à évaluer à quel point la taille à l'équilibre de la population a changé au fil du temps et comment la population pourrait changer en réponse aux changements de probabilités sur le plan de la capacité de charge, de la survie ou des transitions du cycle biologique. Les paramètres obtenus à partir du modèle sont utilisés dans l'analyse de viabilité démographique pour les scénarios de rétablissement. Des analyses sont présentées dans le cas des deux plus grandes rivières pour lesquelles les données de surveillance sont suffisantes : la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) et la rivière St. Mary's (bras ouest).

Estimations des paramètres du cycle biologique

Les estimations des paramètres du cycle biologique reposent sur un modèle de dynamique démographique fondé sur le cycle biologique. L'étude de Gibson et de Bolby (2013) contient une description détaillée des méthodes et des résultats de cette analyse. Certains paramètres clés sont décrits ci-dessous, y compris des indications où ceux-ci ont changé au fil du temps.

Productivité en eau douce

Les analyses relatives à la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) révèlent qu'entre 1974 et 1985, le nombre maximal de saumoneaux produits par œuf était de 0,017 et cette valeur a diminué à 0,013 entre 1985 et 2010. De même, la capacité de charge pour la production de saumoneaux est passée de 147 700 à 119 690 (5,7 à 4,6 saumoneaux par

100 m^2) entre les deux périodes. Dans le cas de la rivière St. Mary's (bras ouest), la capacité de charge des tacons d'âge 1 était évaluée à 11,76 tacons par 100 m^2 et elle est considérée comme faible par rapport à d'autres populations. Le nombre estimatif de saumoneaux produits par œuf est de 0,034 et la capacité de charge des saumoneaux est évaluée à 104 120 saumoneaux (4,7 saumoneaux par 100 m^2) (valeurs moyennes pour la période de 1974 à 2010). Des détails concernant ces analyses et les taux de survie par âge et par stade de vie de cette population sont fournis dans Gibson et Bowlby (2013).

Survie des charognards et des saumoneaux qui émigrent dans les rivières et les estuaires

La survie des charognards et des saumoneaux des hautes terres du Sud qui émigrent dans les rivières et les estuaires est raisonnablement bien étudiée, et elle donne une indication des changements qui pourraient être apportés à la survie par la voie de mesures de rétablissement axées sur cet événement du cycle biologique.

La survie des saumoneaux qui émigrent dans les rivières LaHave, St. Mary's et Gold a été étudiée en 2010, et celle des saumoneaux qui émigrent dans la rivière West (Sheet Harbour), au cours de 2008, 2009 et 2010. Les taux de survie observés du lieu de remise à l'eau jusqu'à la ligne extrême des eaux de marée (la zone en eau douce) variaient de 71,9 % à 100 %, et les taux de survie jusqu'en haute mer variaient de 39,4 % à 73,5 % (tableau 1).

Il existe deux études sur la survie des charognards dans les estuaires des hautes terres du Sud. Dans la rivière St. Mary's, on a détecté que 24 charognards portant une étiquette acoustique avaient quitté la rivière au printemps et que tous ces individus avaient survécu pour quitter l'estuaire. Dans une étude sur la survie et le comportement des charognards qui émigrent en eau douce et dans des habitats estuariens et côtiers en passant par la rivière LaHave, 27 des 30 individus marqués d'une étiquette acoustique ont quitté l'habitat côtier, ce qui indique que le taux de survie était d'au moins 90 % lors de la migration à travers ces milieux. De plus amples renseignements sur ces études figurent dans Gibson et Bowlby (2013).

Tableau 1. Taux de survie cumulatifs et taux de survie normalisés (par km de longueur de zone d'habitat) des saumoneaux à la sortie de quatre zones d'habitat (eau douce; estuaire intérieur; estuaire extérieur; baie/en général). Les saumoneaux qui ont été détectés morts à moins de 1 km du lieu de remise à l'eau ont été exclus de l'estimation des taux de survie observés. Tiré de Halfyard et al. (2012).

	Taux de survie cumulatifs observés à la sortie			
Rivière-Année	Eau douce	Estuaire intérieur	Estuaire extérieur	Baie/En général
LaHave	76,5 % 98,9 % (km^{-1})	76,5 % 100 % (km^{-1})	73,5 % 99,7 % (km^{-1})	73,5 % 100 % (km^{-1})
Gold	100,0 % 100 % (km^{-1})	88,2 % 92,4 % (km^{-1})	79,4 % 97,8 % (km^{-1})	61,8 % 97,6 % (km^{-1})
St. Mary's	79,4 % 99,3 % (km^{-1})	76,5 % 98,7 % (km^{-1})	73,5 % 98,7 % (km^{-1})	67,6 % 98,3 % (km^{-1})
West 2008	78,9 % 97 % (km^{-1})	52,6 % 83,8 % (km^{-1})	47,4 % 96,5 % (km^{-1})	47,4 % 100 % (km^{-1})
West 2009	96,0 % 99,5 % (km^{-1})	76,0 % 90,5 % (km^{-1})	72,0 % 98,3 % (km^{-1})	68,0 % 98,8 % (km^{-1})
West 2010	71,9 % 95,5 % (km^{-1})	54,5 % 91 % (km^{-1})	51,5 % 98 % (km^{-1})	39,4 % 95 % (km^{-1})

Survie en mer des saumoneaux et des charognards

On estime que l'une des principales menaces qui pèsent sur le saumon atlantique des hautes terres du Sud est le changement des taux de montaison du stade de saumoneau à celui d'adulte, bien qu'une estimation des taux de montaison dans le cas des saumoneaux sauvages ne soit pas disponible pour la période antérieure au milieu des années 1990, étant donné qu'aucune surveillance de l'abondance des saumoneaux n'était alors effectuée. Pour résoudre ce problème, un modèle a été établi afin d'estimer les taux de montaison passés en utilisant les séries chronologiques des pontes estimées, des niveaux d'abondance par âge des alevins et des tacons, et les séries chronologiques plus récentes de l'abondance des saumoneaux par âge.

Les taux de montaison observés et estimés des saumons unibermarins et dibermarins à l'embouchure de la rivière dans le cas de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) ont augmenté au milieu des années 1980 en même temps que la fermeture de la pêche commerciale sur la côte de la Nouvelle-Écosse (figure 5). En général, les taux de montaison ont diminué entre 1985 et 1995, et depuis, ils fluctuent sans aucune tendance évidente. Dans les années 1980, les taux de montaison variaient entre 2,87 % et 17,60 % pour les unibermarins et entre 0,31 % et 1,21 % pour les dibermarins de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) (tableau 2); tandis que dans les années 2000, ils variaient entre 2,25 % et 4,14 % pour les unibermarins et entre 0,31 % et 1,21 % pour les dibermarins. De même, en ce qui touche la population de la rivière St. Mary's (bras ouest), les taux de montaison dans les années 1980 variaient entre 1,17 % et 5,52 % pour les unibermarins et entre 0,54 % et 2,11 % pour les dibermarins. Dans les années 2000, ces taux variaient entre 0,18 % et 2,11 % et entre 0 % et 0,30 % pour les unibermarins et les dibermarins, respectivement (tableau 2). À l'heure actuelle, les taux de montaison du saumon

des hautes terres du Sud sont environ dix fois supérieurs à ceux de la population de saumon à l'intérieur de la baie de Fundy.

La modélisation démographique de la population de saumon des rivières LaHave (en amont des chutes Morgan) et St. Mary's (bras ouest) indique que les taux de montaison du stade de saumoneau à celui d'adulte, un indicateur de la survie en mer, ont diminué d'un facteur d'environ trois entre les années 1980 et 2000.

Tableau 2. Résumé des taux de montaison moyens chez les saumons atlantiques sauvages unibermarins et dibermarins, pour les périodes de 1980 à 1989 et de 2000 à 2009 applicables à la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) et du bras ouest de la rivière St. Mary's.

	Rivière LaHave (en amont des chutes Morgan)		Rivière St. Mary's (bras ouest)	
	1980-1989	2000-2009	1980-1989	2000-2009
Taux de montaison à l'embouchure de la rivière (%)				
Taux moyen chez les unibermarins	7,28	2,25	3,33	1,18
Taux minimal chez les unibermarins	2,87	1,19	1,17	0,54
Taux maximal chez les unibermarins	17,60	4,14	5,52	2,11
Taux moyen chez les dibermarins	0,74	0,33	0,74	0,09
Taux minimal chez les dibermarins	0,31	0,10	0,18	0,00
Taux maximal chez les dibermarins	1,21	0,52	1,54	0,30

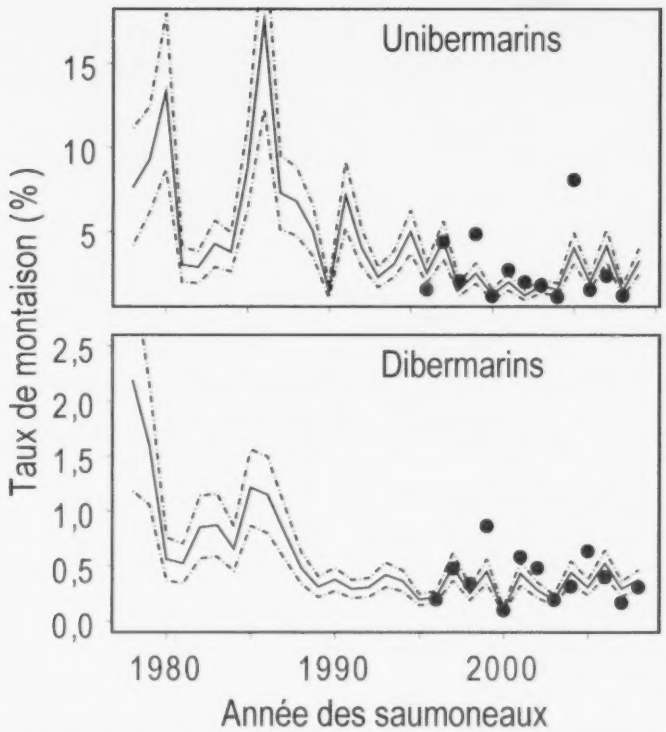

Figure 5. Taux de montaison observés (points) et estimés (lignes) chez les saumons atlantiques sauvages unibermarins et dibermarins de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan), selon l'estimation obtenue avec le modèle du cycle biologique. Les lignes pointillées indiquent des intervalles de confiance de 95 % selon des approximations normales. Les taux de montaison sont à l'embouchure de la rivière.

Outre les changements constatés dans la survie des saumoneaux, la survie des saumons adultes a également diminué depuis les années 1980. Les détails des travaux de recherche sur le saumon de la rivière LaHave sont résumés dans Gibson et de Bolby (2013). Les estimations obtenues des taux de mortalité dans la première année entre les périodes de frai ont augmenté dans toute la série chronologique, tandis que les taux de mortalité dans la deuxième année entre les périodes de frai ont augmenté, mais ils montrent une tendance oscillante (figure 6). Selon des comparaisons décennales des estimations des paramètres, la mortalité dans la première année a continué d'augmenter, indiquant une augmentation de la mortalité en eau douce ou dans les régions côtières marines (environnantes), tandis que les valeurs moyennes de mortalité dans la deuxième année ont augmenté entre les années 1980 et 1990, ce qui cadre avec un changement de régime dans les milieux océaniques (à distance). La probabilité d'années de frai consécutives a varié au cours de la période sans aucune tendance évidente. Les fluctuations des paramètres de mortalité dans la deuxième année correspondaient à celles de l'indice d'oscillation nord-atlantique en hiver (figure 6), mais ce rapport était moins apparent après l'année 2000, ce qui indiquait possiblement un changement dans le mécanisme de réglementation de la période plus récente.

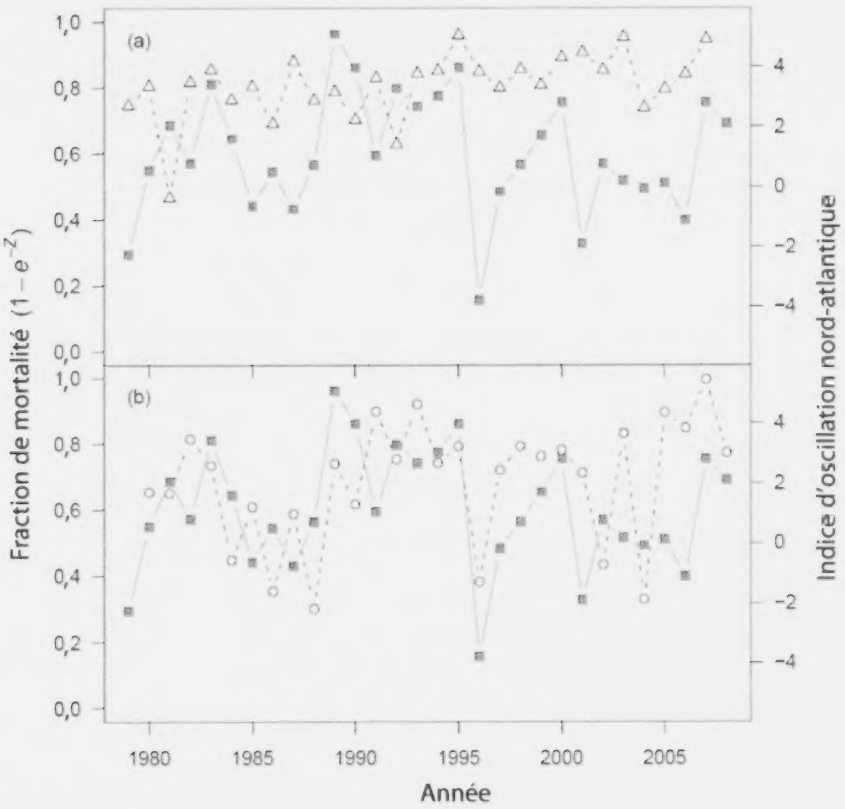

Figure 6. Taux de mortalité annuel du saumon de la rivière LaHave comme proportion de saumons atlantiques matures qui meurent potentiellement dans une première année donnée représentée par rapport à l'indice d'oscillation nord-atlantique en hiver (▫), une variable environnementale qui influencerait l'écologie marine du saumon atlantique. L'indice d'oscillation nord-atlantique est comparé à la mortalité dans la première année (Δ), qui se produit surtout en eau douce (a), et à la mortalité dans la deuxième année (○), qui se produit surtout en milieu marin (b). À titre de référence, une ligne pointillée horizontale représente un indice d'oscillation nord-atlantique de 0 ou un taux de mortalité annuel de 50 %. Tiré de Hubley et Gibson (2011).

Dynamique démographique passée et actuelle

Les diminutions des taux de survie décrites ci-dessus entraînent par le fait même une diminution du nombre d'œufs qu'un saumoneau devrait pondre tout au long de sa vie. Dans le cas de la population de la rivière LaHave, les valeurs variaient entre 87 et 489 œufs par saumoneau dans les années 1980 et entre 29 et 111 œufs par saumoneau dans les années 2000, une baisse importante sur le plan statistique. Des changements semblables ont été estimés pour la population de la rivière St. Mary's même si, en général, les valeurs relatives au nombre d'œufs par saumoneau étaient moins élevées.

Les estimations de la productivité en eau douce (le rythme auquel les œufs produisent des saumoneaux) et les estimations du nombre d'œufs par saumoneau (le rythme auquel les saumoneaux produisent des œufs) ont été combinées au moyen d'une analyse d'équilibre pour donner une estimation de l'abondance à laquelle la population se stabiliserait si les paramètres demeuraient inchangés. Ce modèle combiné sert ensuite à évaluer à quel point la taille à l'équilibre de la population a changé au fil du temps et comment la population pourrait changer

en réponse aux changements de probabilités sur le plan de la capacité de charge, de la survie ou des transitions du cycle biologique.

La taille à l'équilibre de la population de la rivière LaHave a considérablement varié dans les années 1980, en raison des changements dans les taux de montaison et la composante du frai répété (figure 7). Toutefois, même aux valeurs minimales observées au cours de cette période, la taille à l'équilibre de la population était supérieure à un. Au cours des années 2000, la taille moyenne à l'équilibre de la population de la rivière LaHave était de zéro (tableau 3), ce qui indique que la population disparaîtra en l'absence d'une intervention humaine ou si un autre facteur entraîne un changement dans les valeurs des paramètres du cycle biologique. La taille à l'équilibre de la population de la rivière St. Mary's est légèrement supérieure à zéro (tableau 4), mais elle est suffisamment faible pour mettre la population à haut risque de disparition en raison des effets de la variabilité environnementale aléatoire.

Les taux de reproduction maximaux pendant la durée de vie qui se rapportent à la population des rivières LaHave et St. Mary's (tableau 4) sont passés des moyennes de 3,59 et de 4,44 dans les années 1980, respectivement, à des moyennes de 0,84 et de 1,02 dans les années 2000. Ces valeurs signifient que dans les années 2000, lorsque l'abondance était faible et la dépendance à la densité était absente (abaissant encore davantage les taux de reproduction), un saumon de la rivière LaHave produisait un total de 0,84 saumon de remplacement tout au long de sa vie. Puisque cette valeur est inférieure à un (indiquant que chaque reproducteur pourrait se remplacer), la population n'est pas considérée comme viable. Dans la rivière St. Mary's, un saumon produit en moyenne un maximum de 1,02 saumon de remplacement tout au long de sa vie, ce qui indique que la population pourrait à peine se rétablir si des événements environnementaux tels que des inondations ou des sécheresses venaient abaisser le taux de survie. Il convient de noter que le taux minimal indique qu'il y a des années où le taux de survie est faible, ce qui explique pourquoi cette population est menacée par la stochasticité environnementale.

D'autres renseignements sur la dynamique démographique du saumon atlantique des hautes terres du Sud sont présentés dans Gibson et Bowlby (2013).

Tableau 3. Résumé des tailles à l'équilibre de la population et des taux de reproduction maximaux pendant la durée de vie des saumons atlantiques sauvages, pour les périodes de 1980 à 1989 et de 2000 à 2009 applicables à la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) et du bras ouest de la rivière St. Mary's. Les valeurs sont les estimations du maximum de probabilité des modèles de cycle biologique. Deux ensembles de valeurs sont présentés : celles calculées à partir des taux de montaison à l'embouchure de la rivière et celles calculées à partir des taux de survie obtenus au moment des évaluations réalisées à l'automne. L'écart entre les valeurs est un indicateur de l'effet de la pêche récréative sur la dynamique démographique de chaque période.

	Rivière LaHave (en amont des chutes Morgan)		Rivière St. Mary's (bras ouest)	
	1980-1989	2000-2009	1980-1989	2000-2009
Valeurs calculées à partir des taux de montaison à l'embouchure de la rivière				
Ponte à l'équilibre				
moyenne	23 188 000	0	10 651 000	71 262
minimale	3 898 900	0	1 179 800	0
maximale	63 289 000	4 378 700	21 864 000	3 428 700
Abondance à l'équilibre des saumoneaux				
moyenne	106 590	0	80 646	2 339
minimale	44 841	0	28 703	0
maximale	129 410	39 342	91 189	54 680
Taux de reproduction maximal pendant la durée de vie				
moyen	3,59	0,84	4,44	1,02
minimal	1,44	0,39	1,38	0,39
maximal	8,08	1,49	8,05	2,11

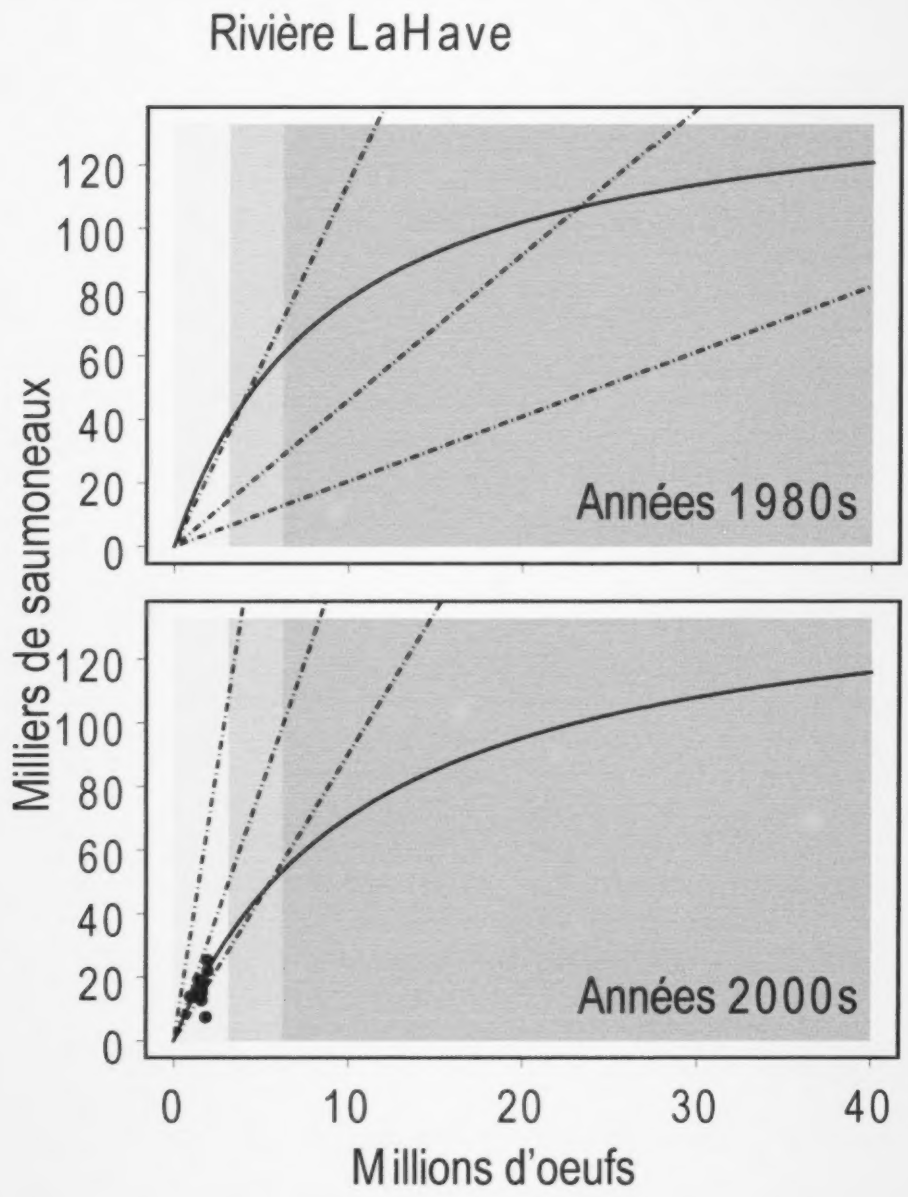

Figure 7. Analyse d'équilibre concernant la dynamique de la population de saumon atlantique dans la rivière LaHave, en amont des chutes Morgan. Les points représentent les pontes observées et la production de saumoneaux au cours des années de ponte 2000 à 2008 (graphique du bas). La ligne pleine courbée représente la production en eau douce. Les lignes pointillées droites représentent la production en milieu marin, calculée aux taux de montaison observés minimaux, moyens et maximaux des adultes unibermarins et dibermarins au cours des deux périodes. La partie plus foncée indique des pontes supérieures à la ponte nécessaire à la conservation; la partie moyennement foncée, des pontes entre 50 % et 100 % de la ponte nécessaire; et la partie légèrement foncée, des pontes inférieures à 50 % de la ponte nécessaire.

Viabilité démographique dans les conditions actuelles

Des analyses de viabilité démographique ont été réalisées pour les populations de saumon des rivières LaHave (en amont des chutes Morgan) et St. Mary's (bras ouest), en utilisant la dynamique des années 1980 (« dynamique passée ») et des années 2000 (« dynamique actuelle »). Les populations sont modélisées comme des populations fermées, ce qui signifie qu'elles ne sont pas touchées par l'immigration ou l'émigration. Dans chaque scénario d'analyse, 2 000 trajectoires démographiques ont été simulées, et les probabilités de disparition et de rétablissement ont été calculées comme la proportion des populations qui disparaissent avant une date déterminée. Dans les deux scénarios (passé et actuel), des projections démographiques ont été établies à partir d'une abondance initiale égale à la taille de la population adulte estimée en 2010. Le nombre d'œufs, de tacons, de saumoneaux et d'adultes, ainsi que leur âge, leur sexe et leur structure de frai antérieure, au début de chaque simulation, ont été calculés à partir des données sur l'abondance des adultes en utilisant les valeurs des paramètres du cycle biologique s'appliquant à la simulation. Les populations ont été considérées comme disparues si l'abondance simulée des femelles passait à moins de quinze pour deux années consécutives. Dans l'évaluation des probabilités de rétablissement, l'exigence de conservation a été utilisée comme objectif de rétablissement.

Les projections de l'abondance à chaque étape du cycle biologique ont été établies sur 100 ans, malgré la grande incertitude concernant la dynamique de ces populations d'ici là. Ces projections visent à évaluer la viabilité à long terme de la population dans chaque scénario (c.-à-d. si elle atteint zéro ou non) et non à estimer l'abondance future. Elles servent à déterminer si les populations sont viables pour chaque combinaison de paramètres de cycle biologique, de variabilité aléatoire et d'événements extrêmes présentés dans le scénario. Dans les résultats qui suivent, l'accent est mis sur la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan).

La modélisation démographique de deux des plus grandes populations résiduelles dans l'unité désignable des hautes terres du Sud (rivières LaHave et St. Mary's) indique une forte probabilité de disparition (87 % et 73 % en moins de 50 ans pour ces deux populations respectivement) en l'absence d'une intervention humaine ou d'un changement du taux de survie pour une autre raison.

Selon les trajectoires d'abondance pour la population de saumon de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) (figure 8), en tenant compte de la dynamique démographique actuelle (années 2000), cette population disparaîtra et la probabilité qu'elle atteigne son objectif de rétablissement est de zéro (figure 9; tableau 4). La probabilité de disparition augmente rapidement après environ 15 ans : 31 % des populations simulées disparaîtront en moins de 30 ans et plus de 95 %, en moins de 60 ans (tableau 4). Parmi les 2 000 trajectoires démographiques simulées, aucune population n'atteint l'objectif de rétablissement en moins de 100 ans. Ce résultat concorde avec l'estimation du taux de reproduction maximal pendant la durée de vie qui est inférieur à un (une indication que le déclin de la population devrait se poursuivre dans la dynamique actuelle) et la taille à l'équilibre de la population qui est de zéro.

Les résultats pour la population de saumon de la rivière St. Mary's (bras ouest) sont semblables (détails dans Gibson et Bowlby 2013). Même si son taux de reproduction maximal pendant la durée de vie est estimé à un peu plus de un, cette population devrait également disparaître en raison des effets de la variabilité naturelle sur la survie. On constate également une augmentation rapide des probabilités de disparition : 30 % des populations simulées disparaîtront en moins de 30 ans et 86 %, en moins de 60 ans. Avec une probabilité de rétablissement de près de zéro, selon la dynamique actuelle, aucune des 2 000 populations simulées n'atteint l'objectif de rétablissement en moins de 100 ans.

Tableau 4. Probabilités de disparition et de rétablissement d'ici une à dix décennies pour la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Deux scénarios sont présentés, un d'après la dynamique des années 1980 (dynamique passée) et un d'après la dynamique des années 2000 (dynamique actuelle). Aux fins de comparaison, les mêmes chiffres aléatoires sont utilisés dans chaque scénario. Les probabilités sont calculées comme la proportion des 2 000 trajectoires démographiques simulées de Monte Carlo qui a soit disparu, soit atteint l'objectif de rétablissement.

	Probabilités de disparition		Probabilités de rétablissement	
Dynamique :	Actuelle	Passée	Actuelle	Passée
Année				
10	0,00	0,00	0,00	0,34
20	0,05	0,00	0,00	0,97
30	0,31	0.00	0,00	1,00
40	0,66	0,00	0,00	1,00
50	0,87	0,00	0,00	1,00
60	0,96	0,00	0,00	1,00
70	0,99	0,00	0,00	1,00
80	1,00	0,00	0,00	1,00
90	1,00	0,00	0,00	1,00
100	1,00	0,00	0,00	1,00

Viabilité démographique dans les conditions passées

À l'inverse, les trajectoires d'abondance utilisant la dynamique passée (années 1980) (figure 8) indiquent une croissance démographique rapide. Aucune des trajectoires démographiques simulées n'indique une disparition en moins de 100 ans (figure 9; tableau 4) et toutes les simulations atteignent l'objectif de rétablissement en moins de 30 ans.

À l'instar de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan), les trajectoires d'abondance utilisant la dynamique passée (années 1980) pour la rivière St. Mary's (bras ouest) indiquent une croissance démographique rapide. Aucune des trajectoires démographiques simulées n'indique une disparition en moins de 100 ans et 97 % des populations simulées atteignent l'objectif de rétablissement en moins de 30 ans. Toutes les populations ne demeurent pas toujours au-dessus de l'objectif de rétablissement en raison de la faible capacité de charge des tacons d'âge 1 estimée pour la population.

Effets des phénomènes environnementaux extrêmes

Les analyses de viabilité démographique révèlent que la perte de la résilience du passé à l'égard de la variabilité environnementale et des phénomènes environnementaux extrêmes place l'espèce face à un risque élevé de disparition. Des phénomènes environnementaux extrêmes qui réduisent de façon marquée l'abondance des saumons atlantiques juvéniles surviennent à l'occasion. Un tel phénomène a potentiellement eu lieu à l'automne de 2010, lorsque de très fortes crues se sont produites peu après la saison du frai. Des épisodes de crues extrêmes peuvent entraîner la perturbation ou la destruction de frayères ou d'habitats d'hivernage pour les juvéniles et donc un taux de mortalité plus élevé. Les effets de la variabilité environnementale et des phénomènes extrêmes ont été étudiés à l'aide du modèle démographique de la rivière St. Mary's (bras ouest). L'exemple de la rivière St. Mary's a été choisi plutôt que la rivière LaHave, parce que la taille à l'équilibre de sa population est supérieure à zéro et que celle-ci ne disparaîtrait donc pas en l'absence de variabilité environnementale. Toutefois, lorsque la variabilité aléatoire est ajoutée aux projections (en utilisant les mêmes valeurs de paramètre du cycle biologique que dans le modèle de base), le délai médian pour la disparition se situe à un peu moins de 70 ans avec 10 % des populations

qui disparaîtront en moins de 40 ans. Lorsque des phénomènes extrêmes sont ajoutés, 10 % des populations disparaissent en 22 ans et la moitié, en moins de 40 ans. Le changement de la fréquence et de l'ampleur des phénomènes extrêmes entraîne le changement des probabilités de disparition prévues. Toutefois, lorsque les mêmes scénarios de variabilité aléatoire et de phénomènes extrêmes sont modélisés avec la dynamique des années 1980, aucune des 10 000 trajectoires démographiques simulées n'indique la disparition d'une population et la plupart des populations atteignent l'objectif de rétablissement. Cela démontre clairement la résilience dont ces populations de saumon ont fait preuve par le passé à l'égard de la variabilité environnementale. Le rétablissement de cette résilience, découlant de la répartition des efforts de reproduction sur plusieurs années, jumelée à des taux de survie plus élevés, sera une composante importante du rétablissement du saumon atlantique des hautes terres du Sud.

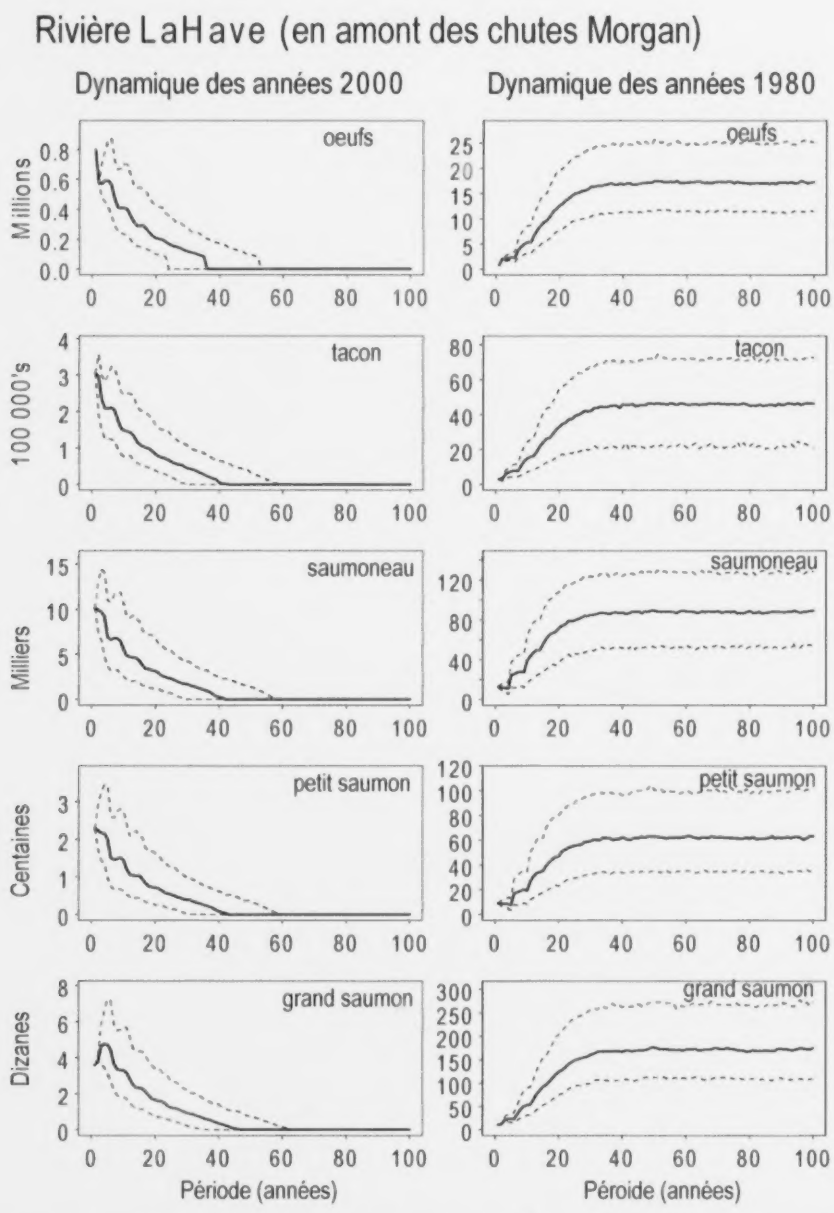

Figure 8. Abondance moyenne simulée (ligne pleine) avec les 10e et 90e centiles (lignes pointillées) pour chacun des 5 stades du cycle biologique des simulations de Monte Carlo du modèle de viabilité de la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes). Deux scénarios sont présentés, un d'après la dynamique des années 1980 (graphiques de droite) et un d'après la dynamique des années 2000 (graphiques de gauche). Les graphiques représentent le résumé de 2 000 simulations pour chaque scénario.

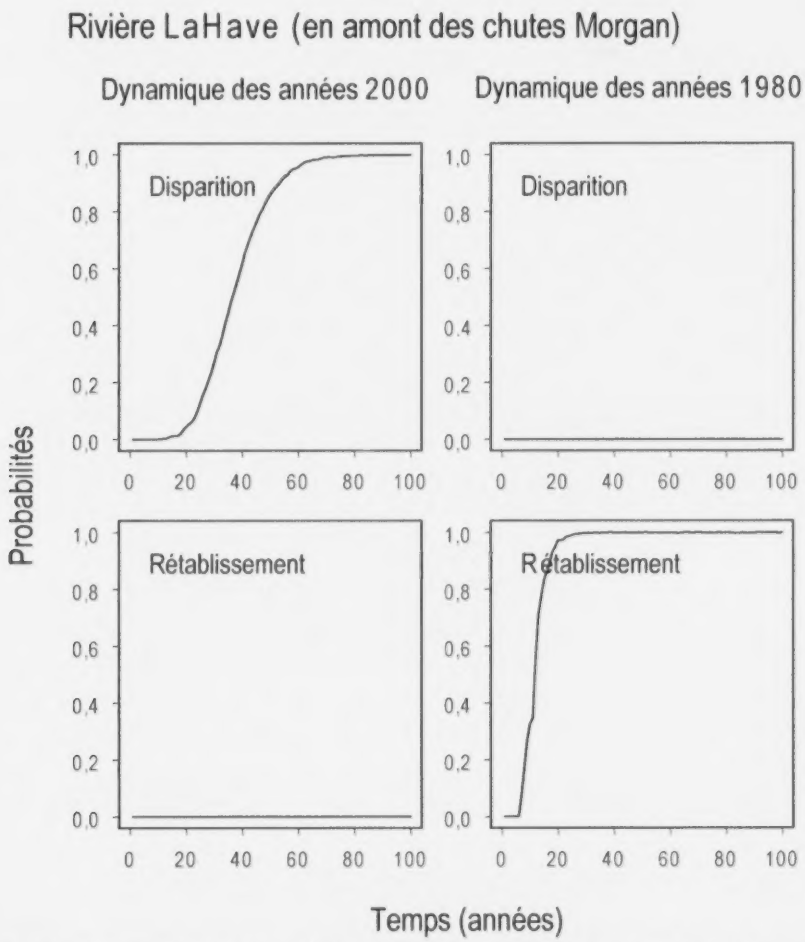

Figure 9. Probabilités de disparition et de rétablissement en fonction du temps pour la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Deux scénarios sont présentés, un d'après la dynamique des années 1980 (graphiques de droite) et un d'après la dynamique des années 2000 (graphiques de gauche). Les probabilités sont calculées comme la proportion des 2 000 trajectoires démographiques simulées de Monte Carlo qui a soit disparu, soit atteint l'objectif de rétablissement.

Considérations liées à l'habitat

Descriptions fonctionnelles des propriétés de l'habitat

Les descriptions de l'habitat aquatique nécessaire au bon déroulement de toutes les étapes du cycle biologique du saumon atlantique des hautes terres du Sud sont détaillées dans Bowlby *et al.* (2013b).

Milieu d'eau douce

Le saumon atlantique adulte retourne dans les rivières des hautes terres du Sud dès avril et jusqu'en novembre, mais la plus grande partie de la population arrive dans les rivières entre mai et août; le poisson peut passer jusqu'à six à sept mois en eau douce avant le frai. La montaison semble se traduire en général par une phase migratoire avec une progression continue en amont, entrecoupée de périodes de repos stationnaires et d'une longue période de résidence (aussi appelée « phase de retenue »). Les propriétés d'habitat nécessaires au bon déroulement

de la migration vers les rivières comprennent un débit approprié des cours d'eau (p. ex. il est suggéré que la montaison sera entamée à un débit supérieur à 0,09 m^3/s par mètre de largeur de rivière), des bassins d'une profondeur suffisante et à proximité pouvant retenir le poisson (des semaines ou des mois dans un même bassin) et un accès non obstrué sur toute la longueur de la rivière.

Le frai du saumon atlantique dans les hautes terres du Sud se déroule en octobre et en novembre; l'incubation dans les frayères a lieu en hiver et les œufs éclosent en avril. Une incubation et une éclosion réussies dépendent du débit des cours d'eau, de la profondeur de l'eau (p. ex. une profondeur de 0,15 à 0,76 m est généralement nécessaire à la construction d'une frayère), de la vitesse du courant (p. ex. une vitesse de 0,3 à 0,5 m/s est privilégiée à des sites de frai), de la composition du substrat (p. ex. du gros gravier et des galets avec une taille moyenne des grains entre 15 et 30 mm forment la plus grande partie du substrat des frayères, les sédiments fins se trouvant à de faibles concentrations), de la température de l'eau (p. ex. des températures froides et stables pour le développement des œufs) et de la qualité de l'eau (p. ex. une eau non contaminée avec un pH supérieur à 5,0 pour le développement des embryons et des alevins vésiculés).

Les saumons atlantiques juvéniles des hautes terres du Sud demeurent en eau douce entre une à quatre années après leur sortie du nid, et la plupart migrent vers la mer deux ans après cette sortie. Les propriétés de l'habitat qui sont importantes pour la croissance des juvéniles (alevins et tacons) sont notamment la profondeur de l'eau (p. ex. les alevins d'âge 0 occupent généralement des eaux de 15 à 25 cm de profondeur); la vitesse du courant (p. ex. les alevins se trouvent habituellement dans des rapides où la vitesse superficielle est supérieure à 40 cm/s; les tacons se trouvent dans des vitesses de courant plus variées avec une gamme optimale entre 20 et 40 cm/s; les saumons atlantiques juvéniles se trouvent rarement dans des courants inférieurs à 5 cm/s ou supérieurs à 100 cm/s et, en hiver, ils cherchent des courants plus faibles, probablement pour minimiser la dépense énergétique); la composition du substrat (p. ex. les saumons d'âge 0 préfèrent le substrat dont le diamètre varie entre 16 et 256 mm (du gravier aux galets) et le saumon d'âge 1 ainsi que les tacons plus âgés préfèrent le substrat dont le diamètre varie de 64 à 512 mm (des galets aux blocs); la présence d'une couverture; la température de l'eau (habituellement entre 15 °C et 25 °C); et la qualité de l'eau (eau non contaminée d'un pH supérieur à 5,4).

Les saumoneaux n'ont pas les mêmes exigences que les tacons par rapport à l'habitat en eau douce; ils ont plutôt besoin des conditions environnementales nécessaires pour déclencher les changements associés à la smoltification et pour migrer vers l'eau salée. Les caractéristiques environnementales qui influencent le processus de smoltification sont la photopériode, la température de l'eau et le débit du cours d'eau. Les principales caractéristiques qui influencent la réussite d'une migration à partir de la rivière sont l'accès non obstrué sur toute la longueur du cours d'eau et un débit d'eau suffisant.

Les connaissances sont relativement limitées quant à l'utilisation de l'habitat en eau douce par les saumons adultes après le frai (charognards) dans les hautes terres du Sud. On sait que les charognards passent l'hiver dans un habitat en eau profonde et qu'ils descendent la rivière au printemps, même si certains quittent parfois la rivière relativement tôt après le frai. Quant à savoir si certains charognards des hautes terres du Sud hivernent dans des estuaires, on ne sait pas. La proportion de la population qui demeure dans la rivière en hiver dépend sans doute de la disponibilité des bassins, des lacs et des eaux stagnantes du bassin hydrographique. Dans le cadre d'une étude de marquage acoustique effectuée en 2010 et 2011 dans la rivière St. Mary's, les 24 saumons étiquetés ont quitté la rivière au printemps après le frai; aucun charognard n'a émigré immédiatement après le frai ou au cours de l'hiver. Le premier départ observé de la rivière a eu lieu le 16 mars, mais la plupart des saumons ont quitté la rivière entre le 22 avril et le 11 mai. Ces données laissent entendre qu'une grande proportion d'adultes

demeurent dans les rivières des hautes terres du Sud après le frai pour hiverner en eau douce, particulièrement dans les rivières offrant un habitat d'hivernage convenable.

Milieu estuarien

Une fois que les saumoneaux quittent l'eau douce, ils nagent activement et se déplacent de façon continue dans l'estuaire, sans longue période d'acclimatation à l'eau salée. Les mouvements migratoires ne sont pas nécessairement orientés directement vers la haute mer, et les durées de séjour dans l'estuaire varient. Ces habitudes migratoires cycliques ont été remarquées chez les saumoneaux des hautes terres du Sud. Les tendances relatives au séjour ne font que suggérer les endroits et les périodes où les saumoneaux occupent les estuaires, et non les caractéristiques physiques de l'habitat qui pourraient être nécessaires. Puisque l'on croit que les saumoneaux nagent près de la surface dans la zone de la colonne d'eau où le courant est plus fort et qu'ils utilisent les courants migratoires de la marée descendante, ils ne choisissent probablement pas leur habitat en fonction de ses caractéristiques physiques (comme le type de substrat). Il est plus probable que les conditions océanographiques des estuaires et des zones côtières influencent les mouvements et le choix de l'habitat dans les estuaires.

Les saumons atlantiques adultes retournent aux rivières des hautes terres du Sud tout au long des mois du printemps, de l'été et de l'automne. Similairement à la façon dont les saumoneaux utilisent les estuaires, on a observé que les durées de séjour dans le milieu estuarien varient chez les adultes; certains traversent les estuaires en quelques jours, tandis que d'autres y séjournent trois mois et demi avant de se rendre à la rivière. Les estuaires semblent être principalement des zones de rassemblement et les déplacements à l'intérieur de ceux-ci sont souvent lents (moins de 0,2 longueur corporelle par seconde), suivant le mouvement sinusoïdal des courants de marée. Lorsqu'ils demeurent dans l'estuaire, les adultes semblent favoriser les eaux profondes dont les degrés de salinité intermédiaires varient de 5 à 20 parties par millier.

Le peu de renseignements sur les durées de séjour des charognards ou leur utilisation de l'habitat dans les estuaires donnent à penser que les estuaires sont surtout utilisés comme zones de rassemblement et corridors migratoires au printemps. En cette période de l'année, les charognards traversent assez rapidement les estuaires pour se diriger vers la haute mer. Selon une étude réalisée avec des charognards marqués d'une étiquette acoustique dans la rivière LaHave, les individus marqués en eau douce en avril sont sortis de l'estuaire moins de cinq semaines après leur remise à l'eau. Aucune habitude migratoire particulière n'a été remarquée; un individu a migré directement vers la mer et d'autres ont entrecoupé des périodes de mouvements continus, de séjour et de retour arrière.

Milieu marin

L'utilisation hypothétique de l'habitat en milieu marin dans le cas du saumon atlantique immature (individu qui a subi la smoltification, qui a migré vers l'océan, mais qui n'est pas encore retourné en eau douce pour le premier frai; il est aussi appelé « postsaumoneau ») est surtout fondée sur les besoins physiologiques ou les tolérances du saumon atlantique dans le milieu marin. En mer, le saumon a tendance à fréquenter des eaux relativement froides (entre 4 °C et 10 °C), à éviter les eaux plus froides (inférieures à 2 °C) et à modifier sa route migratoire dans l'espace et le temps en réponse aux températures de l'océan. Par exemple, dans les années où les températures des eaux côtières sont plus chaudes, le saumon arrive plus tôt à son cours d'eau d'origine. Selon des études de marquage, le saumon immature est pélagique; il passe la majeure partie de son temps dans les premiers mètres de la colonne d'eau, il suit les courants de surface dominants et il demeure dans la thermocline la plus chaude. Bien que ses mouvements et sa répartition présentent une corrélation avec la température de l'eau et d'autres facteurs abiotiques, la disponibilité des proies et le potentiel de croissance

détermineraient sa répartition réelle en mer. Ainsi, on peut s'attendre à ce que les tendances de la répartition marine varient dans le temps et l'espace ainsi que d'une année à l'autre, et à ce qu'elles soient essentiellement fondées sur la répartition de proies convenables.

De récentes études réalisées dans l'Atlantique Nord-Est démontrent que le saumon immature commence à consommer beaucoup de larves de poisson de mer et, dans une moindre mesure, des crustacés à forte valeur énergétique, et qu'il connaît une croissance rapide dans les milieux littoraux. Le saumon atlantique étant un chasseur opportuniste, des différences géographiques sont constatées dans le type et la quantité de proies consommées. Il semblerait que le saumon atlantique dans l'Atlantique Nord-Ouest se nourrisse davantage d'insectes et de crustacés que celui dans l'Atlantique Nord-Est, mais les gadidés, le hareng et le lançon sont aussi des proies importantes.

Les modèles de croissance relevés sur les écailles de deux populations dans la région des hautes terres du Sud, combinés à des retours d'étiquettes dans les activités de pêche commerciale, portent à croire que ces populations vivent dans des conditions océanographiques semblables et qu'elles utilisent des routes temporelles et spatiales semblables au cours de leur migration marine. Une voie de migration dans les eaux côtières ou littorales qui longent le continent nord-américain est généralement acceptée (telle qu'elle est décrite dans la section « Étendue spatiale de l'habitat »). Les principales zones d'alimentation et de rassemblement du saumon immature qui est prêt à remonter les rivières dans les hautes terres du Sud après avoir passé un hiver en mer sont moins bien connues. Elles comprennent peut-être toutes les eaux riveraines le long de la côte nord-américaine dont les températures à la surface sont convenables, pour s'étendre ensuite vers le nord jusqu'à la mer du Labrador, mais il est plus probable qu'elles correspondent aux zones de fortes densités de proies à l'intérieur de ce vaste territoire.

Après le frai, la majorité des adultes quittent les rivières au printemps de l'année suivante pour entamer une période de reconditionnement avant de frayer de nouveau. Le temps que les adultes passent en mer entre les périodes de frai déterminerait probablement l'utilisation de l'habitat marin et les tendances de la répartition. Les reproducteurs consécutifs retournent frayer dans la même année que la migration de leurs charognards et leur période de résidence en mer est relativement courte (moins de six mois), tandis que ceux qui fraient aux deux ans retournent frayer l'année suivante et passent jusqu'à un an et demi dans le milieu marin. Des études de marquage démontrent que ces derniers se rendent aussi loin au nord que dans les eaux de l'ouest du Groenland, en suivant probablement une voie de migration semblable aux saumons immatures, le long des habitats côtiers ou littoraux de l'Amérique du Nord. L'utilisation de l'habitat marin par les reproducteurs consécutifs est moins bien connue, mais il est très peu probable que des individus pourraient atteindre la mer du Labrador ou l'ouest du Groenland à temps entre les périodes de frai. Un charognard portant une étiquette acoustique de la rivière LaHave a passé une période de reconditionnement de 79 jours avant de remonter la rivière, mais il a passé cette période à l'extérieur de l'estuaire. Comme dans le cas du saumon immature, la répartition marine et l'utilisation de l'habitat des adultes seraient principalement déterminées par la répartition et l'abondance des proies qui leur conviennent. Le saumon adulte se nourrit surtout de poissons, notamment de capelans, de lançons, de harengs, de poissons-lanternes et de lussions. Il consomme également des amphipodes, des euphausiacés (krills) et d'autres invertébrés, et il semblerait que la proportion d'invertébrés consommés est plus grande dans les zones d'alimentation plus au sud.

Étendue spatiale de l'habitat

Milieu d'eau douce

Le saumon atlantique sauvage revient presque exactement à son cours d'eau d'origine, ce qui entraîne une structuration de population importante à l'échelle du bassin fluvial. Aucun renseignement ne donne à penser que le saumon n'utilise pas toutes les rivières accessibles dans les hautes terres du Sud, au moins de manière intermittente. Les données d'évaluation démontrent qu'un bassin hydrographique n'a besoin d'aucune taille minimale apparente pour être occupé. Comme il est décrit dans la section « Renseignements de base », il est admis que 72 bassins hydrographiques ont contenu des populations de saumon (figure 2). Toutefois, le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse a désigné 513 autres bassins hydrographiques dans les hautes terres du Sud, dont 256 sont plus grands que le ruisseau Smith (le plus petit bassin hydrographique à avoir compté du saumon). Ces autres bassins présentent une aire totale de drainage de 6 586 km^2 (à l'exclusion des îles côtières), et chacun a le potentiel de recevoir le saumon atlantique.

En regroupant les renseignements de tous les bassins hydrographiques qui ont contenu du saumon (figure 2), on estime que l'aire de drainage de 20 981 km^2 contient une aire de croissance de 783 142 unités d'habitat (100 m^2) pour le saumon atlantique. Les 10 plus gros réseaux contiennent un peu plus de la moitié de cette zone productive (436 572 unités d'habitat) et seulement 4 bassins hydrographiques ont une aire de croissance inférieure à 1 000 unités d'habitat.

Milieu estuarien

L'utilisation de types d'habitat particuliers dans les estuaires par les saumoneaux, les adultes et les charognards est relativement inconnue pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud, mais la disponibilité de l'habitat estuarien n'est pas considérée comme étant limitative.

Milieu marin

Des modèles de répartition marine pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud ont été évalués d'après les sites de récupération d'adultes et de saumoneaux marqués et déclarés dans des activités de pêche commerciale et récréative.

Au total, 5 158 individus marqués ont été recapturés dans la région des hautes terres du Sud (1 899 dans la ZPS 20 et 3 259 dans la ZPS 21). Les taux de recapture chez les groupes d'individus marqués étaient extrêmement faibles, en général, inférieurs à 5 % (moyenne : 3,9%, médiane : 0,8 %, étendue : 0,02 % - 73 %). Tous les taux de recapture les plus élevés étaient associés à des remises à l'eau en amont d'installations de surveillance continue, comme la passe migratoire des chutes Morgan dans la rivière LaHave. Très peu de remises à l'eau de poissons d'origine exclusivement sauvage (adultes ou saumoneaux) ou d'adultes (d'élevage ou sauvages) ont eu lieu. Par conséquent, les données présentées sont entièrement fondées sur des recaptures de saumoneaux d'élevage ou d'origine mixte (individus sauvages et d'élevage dans le même groupe de remises à l'eau). En raison de la rareté relative des renseignements sur les recaptures, les modèles de répartition marine du saumon atlantique des hautes terres du Sud sont présentés comme un groupe, même si les populations affichent probablement des différences sur le plan de l'utilisation de l'habitat marin. L'évaluation de la répartition a porté sur trois périodes : dans l'année de la remise à l'eau, dans l'année suivant la remise à l'eau et deux ans après la remise à l'eau.

Première année après la remise à l'eau (figure 10) : la majorité des saumoneaux marqués ont été remis à l'eau douce en avril et en mai. Vers la fin de mai et tout au long de juin, des saumoneaux avaient commencé à quitter l'eau douce en se déplaçant le long de la côte de la Nouvelle-Écosse, à la fois vers le sud et vers le nord (figure 10). En juillet, des individus s'étaient dispersés tout le long de la côte de la Nouvelle-Écosse, de l'intérieur de la baie de Fundy jusqu'à la pointe du Cap-Breton, alors qu'une plus petite proportion s'était déplacée beaucoup plus loin vers le nord, à l'est de Terre-Neuve, au nord du Québec et à la pointe du Labrador (figure 10). Des trajectoires semblables se sont déroulées en août. De septembre jusqu'au mois de mars suivant, très peu d'individus marqués ont été recapturés, une indication qu'une partie du saumon des hautes terres du Sud est demeurée le long de la côte de la Nouvelle-Écosse pendant les mois d'hiver. Fait intéressant, aucun saumon atlantique immature des hautes terres du Sud n'a été recapturé au large des côtes de Terre-Neuve, du Québec et du Labrador après le mois de septembre. Cela pourrait signifier que le saumon atlantique immature des hautes terres du Sud n'hiverne pas aussi loin au nord à son premier hiver en mer ou qu'il arrive après la fermeture des diverses saisons de pêche (c.-à-d. après novembre). De plus, aucun saumon immature n'a été capturé dans la pêche à l'ouest du Groenland au cours de la première année suivant la remise à l'eau (sur un total de 430 cas de recapture), ce qui pourrait indiquer qu'il ne se rend pas aussi loin au nord dans sa première année ou qu'il est trop petit pour être capturé par les engins de pêche.

Deuxième année après la remise à l'eau (figure 11) : des saumons retournent à leur cours d'eau d'origine pour frayer après avoir passé un hiver en mer (unibermarins), tandis que d'autres restent une deuxième année en mer (dibermarins) avant de remonter ou attendent plus tard. Les premiers individus à avoir été recapturés au printemps se trouvaient toujours au large de la côte de la Nouvelle-Écosse (figure 11), ce qui peut signifier qu'un certain nombre demeurent relativement localisés pendant leur première année en mer. À partir de mai, le plus grand nombre de recaptures a eu lieu le long de la côte nord de Terre-Neuve-et-Labrador avant de s'étendre à des endroits plus au sud en juin, pour se concentrer au large de la côte de la Nouvelle-Écosse (figure 10). De juillet à novembre, des recaptures ont été faites dans la pêche en haute mer au large de l'ouest du Groenland (figure 10), et leur rareté relative en juillet, octobre et novembre était peut-être attribuable à une réduction de l'effort de pêche plutôt qu'aux déplacements du poisson dans cette zone. Les prises effectuées dans la pêche de l'ouest du Groenland consisteraient presque exclusivement de reproducteurs dibermarins qui sont prêts à regagner le cours d'eau où ils sont nés pour aller y frayer. Par conséquent, ces retours d'étiquette représentent la composante de dibermarins des populations. Il est possible que les recaptures effectuées au large de la côte nord de Terre-Neuve-et-Labrador pendant les mois du printemps, de l'été et de l'automne (figure 11) comportaient également un certain nombre de dibermarins, en plus de ceux qui retournaient dans le cours d'eau où ils sont nés pour y frayer. La plupart des recaptures de saumon effectuées au large de la côte de la Nouvelle-Écosse en été étaient probablement des unibermarins (figure 11). De même, il est probable que l'aire de répartition des unibermarins et des dibermarins se chevauche partiellement en été.

Troisième année après la remise à l'eau (figure 12) : des saumons retournent en mer après le frai comme unibermarins et d'autres retournent à leur rivière natale pour frayer comme adultes dibermarins. D'après les résultats découlant du marquage de charognards dans la rivière LaHave, certains individus recapturés en mer au large de la côte de la Nouvelle-Écosse en avril et au début de mai (figure 12) auraient passé l'hiver en eau douce et seraient retournés en mer pour se reconditionner. D'autres saumons recapturés étaient probablement des individus qui frayaient pour la première fois. Les recaptures effectuées au large de la côte de Terre-Neuve entre mai et novembre (figure 12) représentaient potentiellement deux groupes : des saumons en provenance de l'ouest du Groenland et de la mer du Labrador en route vers leur rivière natale (géniteurs dibermarins) et des saumons en route vers le nord pour se reconditionner après un frai.

En supposant que ces données représentent des modèles de répartition générale dans le milieu marin, le saumon atlantique des hautes terres du Sud semble faire une utilisation très limitée du golfe du Saint-Laurent (y compris des régions côtières entourant les îles de la Madeleine, celles du nord du Nouveau-Brunswick ou du Québec près de l'île d'Anticosti). Toutefois, il se déplace le long des côtes de Terre-Neuve, et certains individus ont été recapturés au sud de l'endroit où ils avaient été remis à l'eau. Contrairement aux prévisions voulant que des individus immatures allaient se déplacer progressivement vers le nord pour hiverner dans la mer du Labrador ou l'ouest du Groenland, ces données sur le marquage suggèrent que le saumon des hautes terres du Sud est très répandu dans les habitats marins côtiers tout au long de sa première année, particulièrement en été.

Bien qu'il ne soit pas possible de décrire explicitement les habitudes migratoires du saumon atlantique des hautes terres du Sud à ses différents stades biologiques à partir de ces données, les inférences ci-dessus mettent en évidence un point crucial sur le plan de la désignation de l'habitat essentiel en milieu marin. Même si des individus de différents stades biologiques peuvent occuper de façon transitoire des habitats semblables, ils peuvent généralement se déplacer dans des directions opposées pour ensuite se répartir presque partout depuis la Nouvelle-Écosse jusqu'à la mer du Labrador et l'ouest du Groenland pendant une bonne partie de l'année. En raison de la variabilité du cycle de remonte, entre les populations et à l'intérieur d'une même population, il est probable qu'il existe une variabilité semblable dans le déplacement du saumon atlantique des terres hautes du Sud dans les milieux littoraux de l'Atlantique Nord-Est, ce qui signifie que la répartition marine (et, par conséquent, l'utilisation de l'habitat) ne peut pas être clairement délimitée en fonction des saisons.

Contraintes spatiales en eau douce : influence des obstacles et de la chimie de l'eau sur l'accessibilité de l'habitat

Les incidences des obstacles physiques sur la superficie d'habitat d'un bassin hydrographique sont difficiles à évaluer, puisque les structures peuvent être infranchissables en totalité ou de façon saisonnière, à différents stades biologiques et selon le débit des cours d'eau. Le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse et la Direction de la gestion de l'habitat du MPO ont compilé une couche d'ArcGIS détaillant les renseignements disponibles sur les obstacles des bassins hydrographiques des hautes terres du Sud. Cette couche présente les caractéristiques des obstacles connus, y compris les capacités de passage du poisson (p. ex. si le passage est possible ou non pour le poisson). Ces données représentent les meilleurs renseignements régionaux, mais elles ont été recueillies sur plusieurs années. Les mises à jour les plus récentes de documents précis portent sur les années 2007 à 2010 (un total de 37 des 586 documents n'indiquent pas de date). Les changements récents n'auraient pas été saisis dans la base de données.

En recoupant le réseau de cours d'eau du Service hydrographique du Canada avec les emplacements où il y a un obstacle, il a été possible de calculer le pourcentage du réseau d'écoulement (longueur des cours d'eau) touché par des obstacles dans chaque bassin hydrographique des hautes terres du Sud. Il existe un rapport essentiellement linéaire entre la longueur du réseau d'écoulement et l'aire de drainage des bassins hydrographiques des hautes terres du Sud (données non présentées). Ainsi, les pourcentages ont été multipliés par la superficie de l'aire de croissance d'un bassin hydrographique pour calculer approximativement les incidences des obstacles sur la disponibilité de l'habitat. L'aire de croissance accessible a été estimée à 57 millions de m^2 (73,2 % de l'aire de croissance totale) et l'aire inaccessible, à 21 millions de m^2 (26,8 % de l'aire de croissance totale).

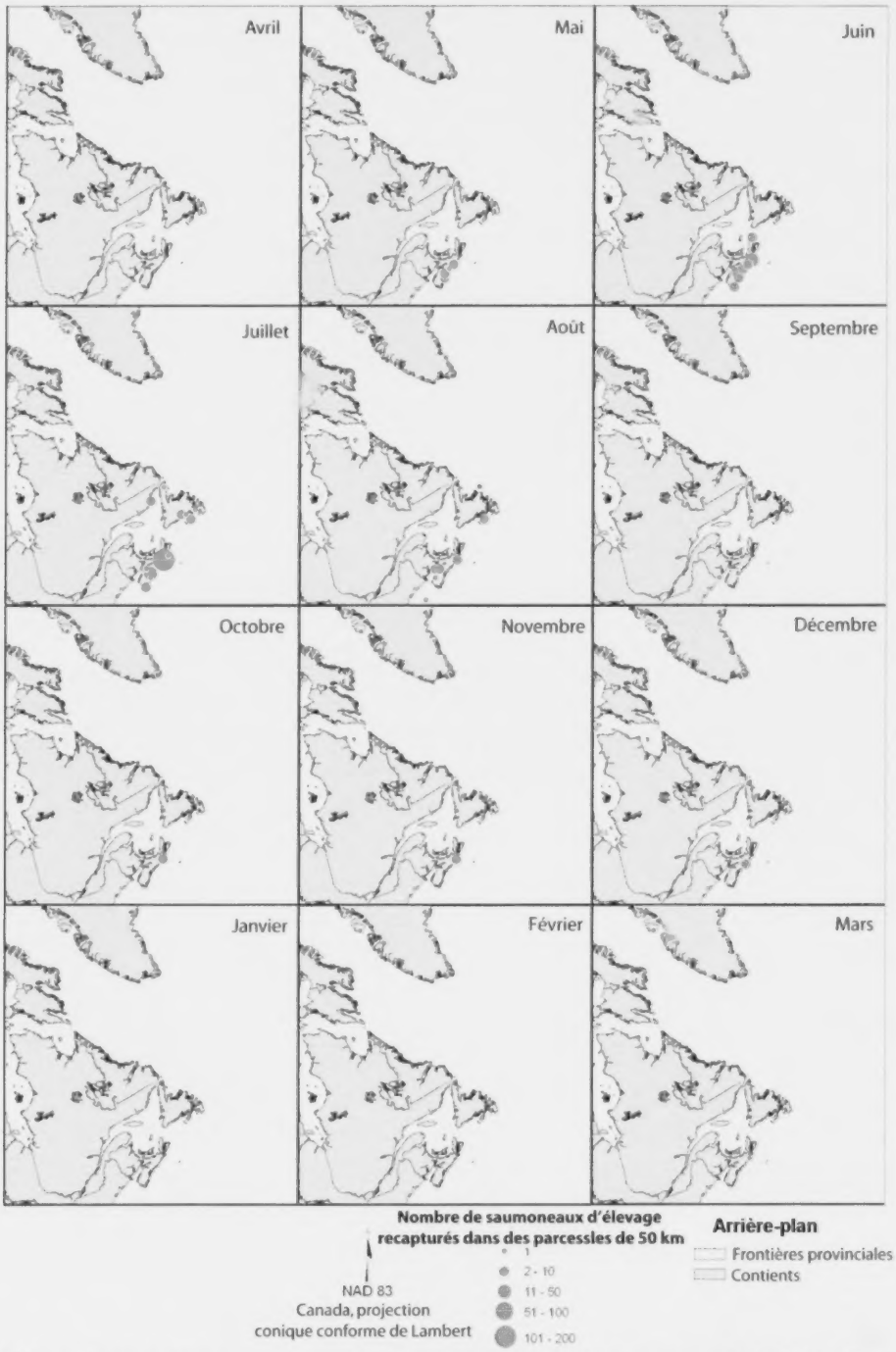

Figure 10. Lieux de recapture en milieu marin de saumoneaux d'élevage marqués individuellement dans la première année suivant la remise à l'eau; la taille du point sur la carte est proportionnelle au nombre de recaptures à l'intérieur d'une grille de 50 km^2.

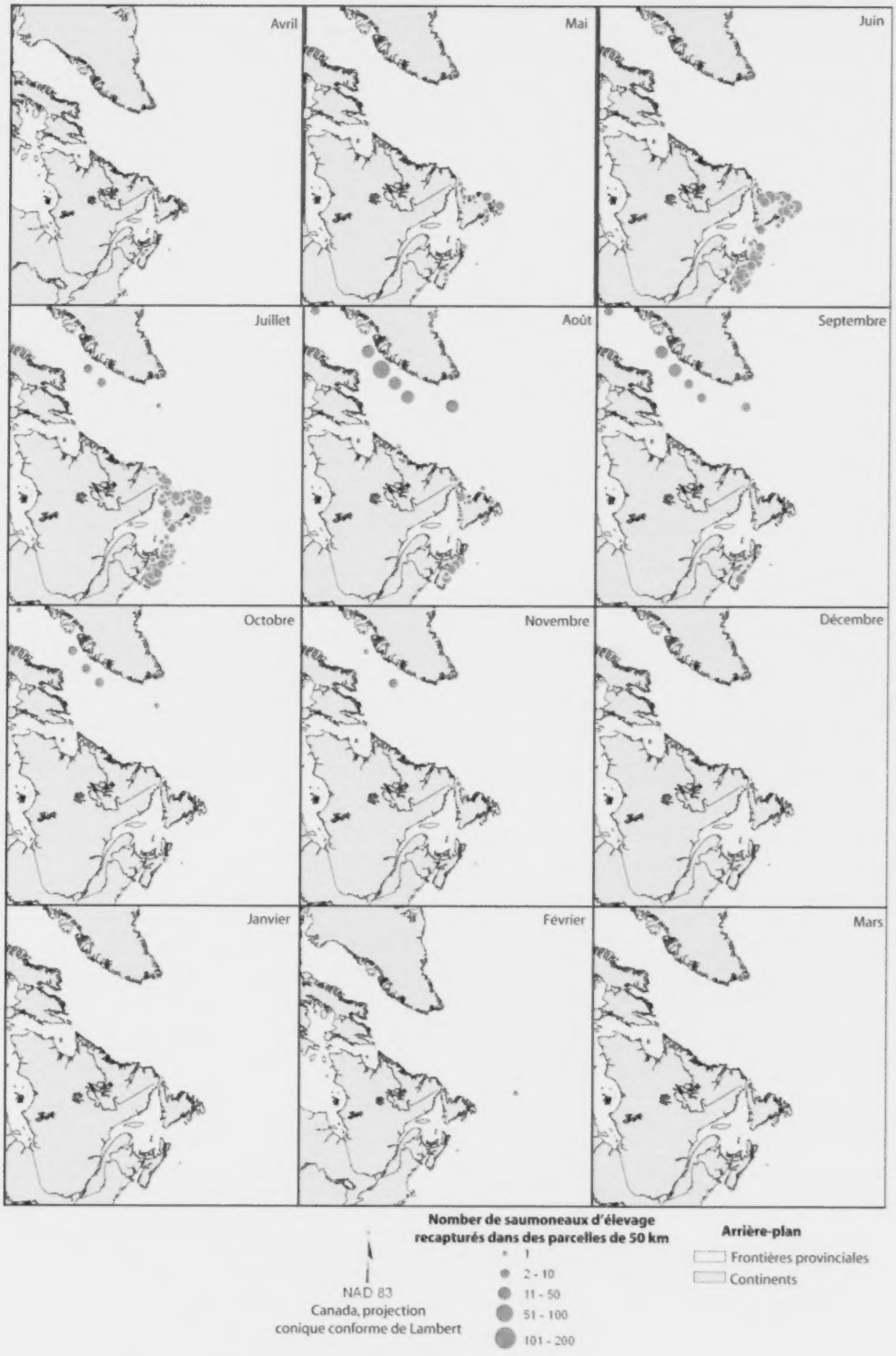

Figure 11. Lieux de recapture en milieu marin de saumoneaux d'élevage marqués individuellement dans la deuxième année suivant la remise à l'eau; la taille du point sur la carte est proportionnelle au nombre de recaptures à l'intérieur d'une grille de 50 km^2.

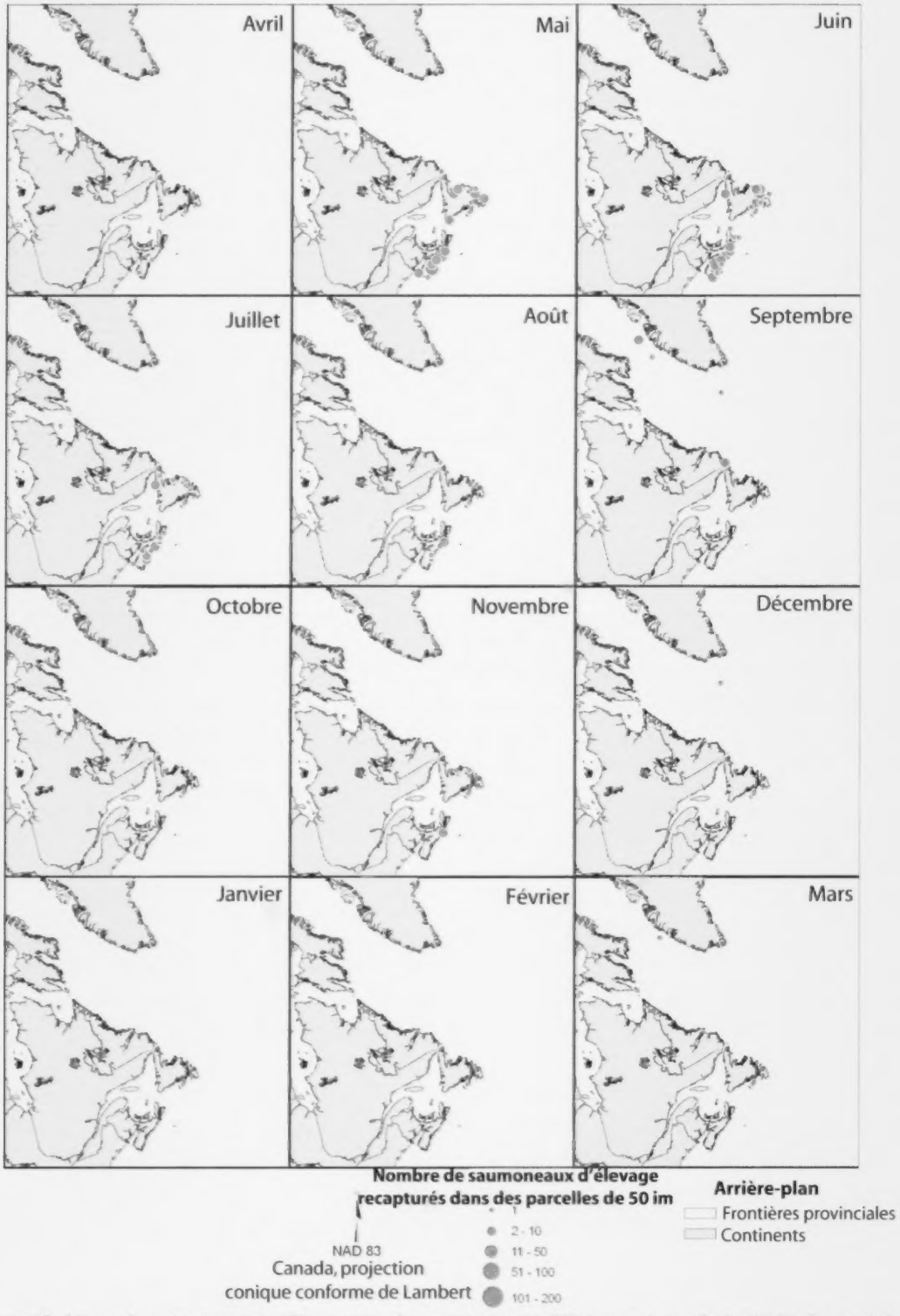

Figure 12. Lieux de recapture en milieu marin de saumoneaux d'élevage marqués individuellement dans la troisième année suivant la remise à l'eau; la taille du point sur la carte est proportionnelle au nombre de recaptures à l'intérieur d'une grille de 50 km^2.

L'acidification (faible pH) est un facteur important qui freine la production de saumon atlantique dans de nombreuses rivières des hautes terres du Sud. Elle peut partiellement ou entièrement éliminer les habitats convenables à l'intérieur d'un bassin hydrographique. Les eaux fortement acides ne sont pas un obstacle en soi parce que les adultes peuvent encore entrer dans le cours d'eau et frayer, mais l'habitat n'est pas convenable puisque leur progéniture meurt. On considère que treize rivières ne conviennent pas au frai et à la croissance des juvéniles en raison de leur niveau d'acidité (pH annuel moyen inférieur à 4,7), conclusion qui est appuyée par les estimations de la densité des juvéniles tirées des relevés de la pêche à l'électricité (0/100 m^2). Ces treize rivières contiennent un total de 100 198 unités d'habitat (100 m^2) [ou 10 millions de m^2] qui sont considérées comme non convenables aux fins de production du saumon atlantique.

Aucun des cinq bassins hydrographiques désignés comme infranchissables en raison d'obstacles à la limite de marée ne figure parmi les treize bassins hydrographiques qui sont inappropriés pour le saumon atlantique en raison de leur acidification. Par conséquent, 18 bassins hydrographiques offrent très peu ou pas d'aire de croissance au saumon atlantique. Parmi les 54 rivières restantes, 25 contiennent des obstacles complets qui bloquent de 0,1 % à 94,5 % du bassin hydrographique. Vingt-neuf rivières ne présentent aucun obstacle complet connu; en général, il s'agit de plus petits réseaux ou bassins hydrographiques situés le long de la côte est de la Nouvelle-Écosse. Parmi les 783 142 unités d'habitat (100 m^2) disponibles dans les rivières de la région des hautes terres du Sud, seulement 476 746 (61 %) sont encore accessibles aux populations de saumon atlantique (figure 13).

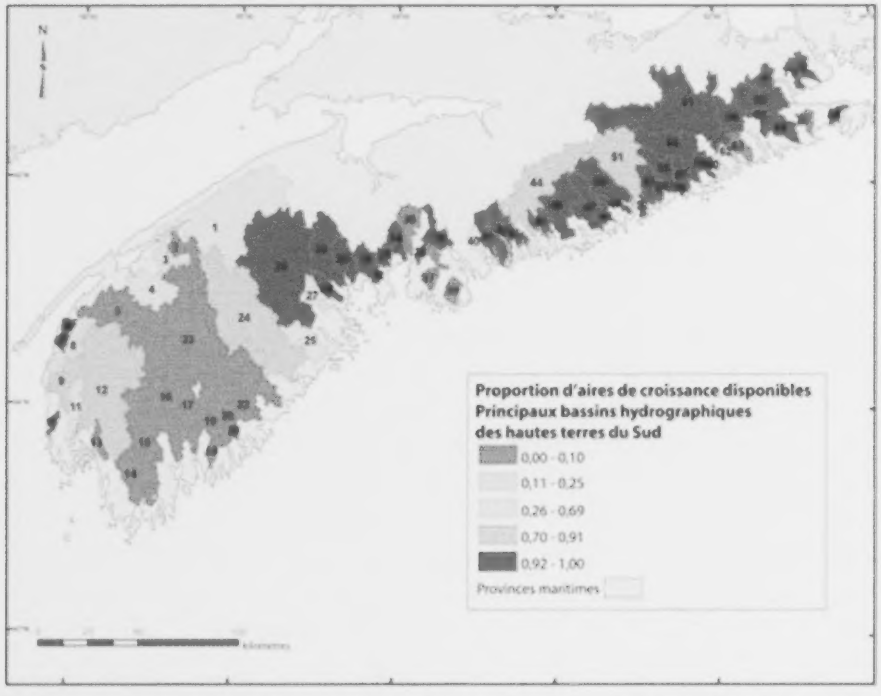

Figure 13. Proportion d'aires de croissance disponibles au saumon atlantique des hautes terres du Sud d'après l'aire d'habitat accessible (c.-à-d. l'aire en aval des barrages infranchissables) et catégorie de pH (où un pH annuel moyen inférieur à 4,7 est considéré comme inutilisable). Les nombres associés aux bassins hydrographiques correspondent à la légende de la figure 2.

Par conséquent, on estime que l'acidification et les obstacles au passage du poisson ont réduit la superficie d'habitat en eau douce d'environ 40 %. Treize bassins hydrographiques individuels ne contiendraient essentiellement aucun habitat utilisable (en raison de leur acidification) et une

superficie d'habitat de 0,1 % à 95 % (en fonction de la longueur des cours d'eau) est perdue dans d'autres bassins. Ces réductions d'habitat sont probablement une estimation prudente. Toutefois, étant donné la faible abondance du saumon à l'heure actuelle, la superficie de l'habitat n'est pas considérée comme étant actuellement limitative dans les rivières non touchées par les obstacles et l'acidification. .

Disponibilité d'habitat convenable

On estime que la densité actuelle des juvéniles se trouvant dans les rivières des hautes terres du Sud est très faible (figure 4), particulièrement par comparaison aux estimations historiques de la production de saumons juvéniles qui ont servi à titre de référence dans le passé (connues comme la norme d'Elson : 29 poissons d'âge 0/100 m^2 et 38 d'âge 1 et plus/100 m^2). Dans d'autres régions, où on estime que des populations de saumon atlantique se rassemblent ou qu'elles sont près des exigences de conservation, les estimations de la densité des juvéniles de toutes les classes d'âge dépassent régulièrement la norme d'Elson. Même si des rivières dans les hautes terres du Sud ont un potentiel de production inférieur à celui d'autres régions en raison de leurs couches géologiques sous-jacentes, la superficie de l'habitat de croissance pour des juvéniles dans un bassin hydrographique donné (c.-à-d. l'habitat d'un gradient approprié) limite probablement la taille des populations pour des réseaux non obstrués et non touchés par l'acidification à ce jour. La faible abondance des juvéniles résulterait davantage de la faible abondance des adultes (en partie attribuable au faible taux de survie en mer) et des effets des activités humaines dans ces bassins. Comme il est décrit ci-dessus, la réduction d'au moins 40 % de la superficie d'habitat en eau douce qui est disponible aux adultes reproducteurs est probablement attribuable aux obstacles physiques et à la qualité de l'eau, et elle devrait entraîner une même réduction dans l'abondance des adultes si les autres paramètres du cycle biologique demeurent inchangés. Dans ces rivières, le nombre d'habitats convenables ne répondrait probablement pas à la demande.

La production de saumons atlantiques juvéniles dans un habitat d'eau douce est régie par la croissance liée à la densité, la survie et l'utilisation de l'habitat. Toutefois, le potentiel de croissance est inversement lié à la densité et, au fur et à mesure qu'une population croît (sans aucun changement sur le plan de la qualité et de la superficie de l'habitat disponible), aux taux de déclin d'une population. Lorsque l'abondance est élevée, la production de juvéniles d'une population est relativement constante sur une plage très étendue de valeurs de ponte. Dans le contexte des limites de l'habitat du saumon atlantique des hautes terres du Sud en très grande abondance, cela démontre que la capacité productive d'un habitat d'eau douce (c.-à-d. la qualité et la superficie de l'habitat) finira par limiter la taille de la population.

Indépendamment de la capacité de charge actuelle d'une rivière particulière, les taux de survie en mer des populations détermineraient si l'habitat d'eau douce freine leur croissance à un niveau d'abondance donné. L'analyse d'équilibre présentée précédemment indique que les taux moyens de survie en mer observés dans les rivières St. Mary's et LaHave étaient suffisants pour assurer une croissance des populations supérieure à l'exigence de conservation au cours des années 1980. Toutefois, dans la dynamique actuelle, ces populations n'atteindraient pas cette exigence, même aux taux maximaux de survie en mer observés dans les années 2000. En fin de compte, l'éventualité que l'habitat en eau douce devienne limitatif dépend de la dynamique des populations rétablies. Si les taux de survie en mer atteignaient ou dépassaient les niveaux des années 1980, l'habitat en eau douce ne devrait pas devenir limitatif avant que les populations atteignent des niveaux d'abondance supérieurs à l'exigence de conservation. À l'inverse, si les taux de survie en mer demeuraient aux niveaux actuels ou augmentaient légèrement, la productivité en eau douce devrait augmenter pour réduire le risque de disparition ou favoriser la croissance des populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud. La question à savoir si l'habitat disponible deviendra un facteur de freinage à mesure que les

populations augmentent dépend de la capacité de production des habitats d'eau douce et des taux de mortalité enregistrés du saumon atlantique dans le milieu marin.

Compromis associés aux options d'allocation en matière d'habitat

L'allocation d'un habitat d'eau douce (c.-à-d. considéré comme un habitat essentiel pour le saumon des hautes terres du Sud) peut se produire à deux échelles au moins : à celle du bassin hydrographique et à l'intérieur d'un bassin hydrographique. À l'échelle d'un bassin hydrographique, un habitat d'eau douce doit être attribué pour minimiser les risques de disparition des populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud, en s'assurant que la diversité génétique restante du saumon atlantique des hautes terres du Sud est protégée et en facilitant le rétablissement de populations sauvages autonomes dans d'autres rivières. Plus particulièrement, les bassins hydrographiques où la présence du saumon atlantique est actuellement confirmée et ceux qui présentent une forte probabilité de contenir un habitat d'eau douce utilisable sont considérés comme prioritaires.

Des saumons atlantiques juvéniles ont été trouvés dans 22 des 72 réseaux hydrographiques (dont 54 ont fait l'objet de relevés) en 2008-2009, avec les connaissances d'autres parties. En raison des réductions d'habitat qui se sont déjà produites et des faibles effectifs actuels qui continuent à décliner, les 22 rivières représentent un habitat important pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud. Le rétablissement de ces populations devrait permettre d'atteindre la répartition visée dans l'objectif de rétablissement décrit ci-dessous. Si l'on découvre du saumon dans d'autres rivières, la prise en compte de celles-ci comme habitat important devra être évaluée.

Les obstacles et le pH sont deux facteurs qui ont des effets considérables sur la disponibilité et la qualité d'un habitat en eau douce, respectivement, et selon l'étendue de chaque facteur, ces effets peuvent s'avérer difficiles ou coûteux à remédier. Par conséquent, les rivières ou les parties des rivières qui demeurent accessibles au saumon atlantique (en raison de l'absence d'obstacles complets) ou les rivières qui demeurent peu ou non touchées par l'acidification (pH annuel moyen supérieur à 5,0; rivières des catégories 3 et 4) doivent également être considérées comme très importantes dans les allocations en matière d'habitat pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud (figure 14). Même si à l'heure actuelle, le saumon atlantique ne fréquente pas une rivière en particulier, celle-ci contient probablement un habitat d'eau douce utilisable et susceptible de soutenir des populations futures. L'inclusion de certaines rivières qui présentent un pH différent devrait également aider à protéger la diversité génétique restante parmi les populations des hautes terres du Sud, étant donné qu'il existe encore des populations sauvages qui affichent une plus grande tolérance à un faible pH (p. ex. la population de la rivière Tusket a une plus grande tolérance à un faible pH que les autres populations de la Nouvelle-Écosse).

À des échelles spatiales plus petites, les décisions en matière d'allocation d'habitat peuvent être prises afin qu'un habitat disponible pour un stade biologique ne devienne pas limitatif. Le cycle biologique du saumon atlantique est complexe et chaque stade a des besoins différents en matière d'habitat. Un habitat pour tous les stades biologiques de même que la connectivité de l'habitat doivent être pris en compte dans la détermination des habitats prioritaires aux fins d'allocation, afin d'éviter qu'un type d'habitat freine la croissance démographique.

De plus, les estuaires associés à ces rivières sont considérés comme un habitat important pour le saumon atlantique, qui doit les traverser pour arriver à migrer et compléter son cycle biologique.

Même s'il existe probablement un habitat marin important pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud, la grande variation temporelle et spatiale rend difficile l'établissement d'un lien entre les fonctions importantes du cycle biologique, les caractéristiques marines particulières et leurs composantes. Il est peu probable que d'autres recherches sur les tendances de répartition marine révèlent des aires distinctes à considérer dans l'allocation d'un habitat marin. Les décisions relatives aux allocations en matière d'habitat pourraient être prises à grande échelle, et l'évaluation des activités susceptibles d'avoir des effets sur un habitat pourrait être fondée sur la mesure dans laquelle elles réduisent la capacité de l'aire générale à offrir un habitat au saumon.

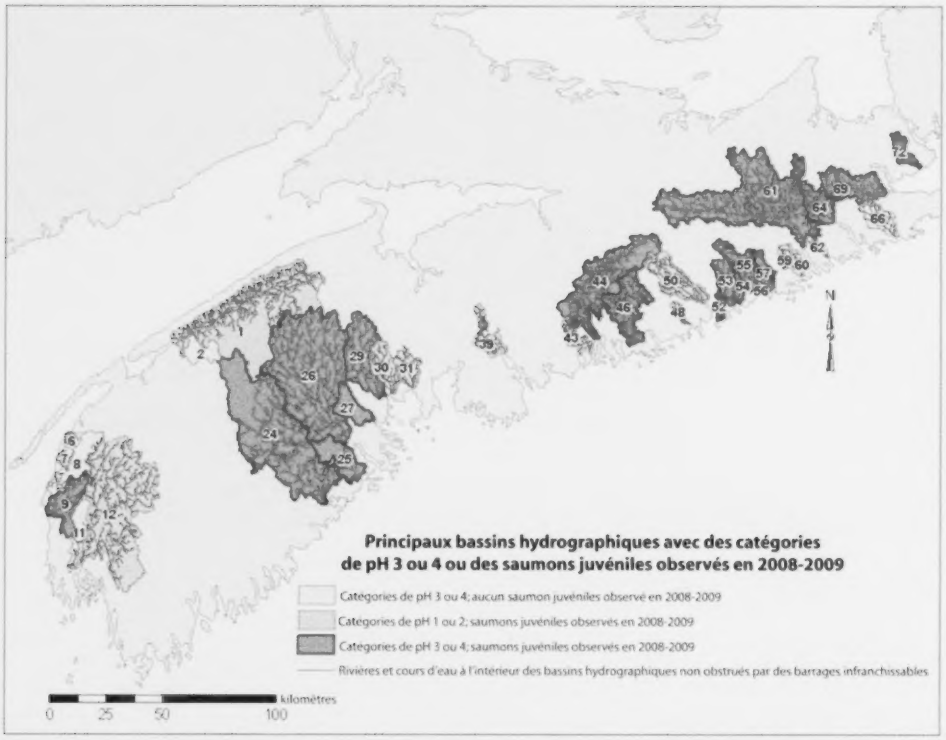

Figure 14. Emplacement des habitats d'eau douce qui présentent au moins une des trois caractéristiques suivantes : pH supérieur à 5,0 (rivières dans les catégories de pH 3 ou 4; voir également la figure 16), proportion élevée du bassin hydrographique non touchée par des obstacles au passage du poisson, et présence de saumon atlantique dans le relevé de la pêche à l'électricité le plus récent (2008-2009). Les nombres associés aux bassins hydrographiques correspondent à la légende de la figure 2.

Objectifs de rétablissement

Les objectifs de rétablissement à long terme du saumon atlantique dans la région des hautes terres du Sud consistent notamment à augmenter la taille des populations, leur nombre total et leur répartition. Toutefois, il n'est pas possible de déterminer d'un point de vue quantitatif le nombre de populations nécessaires pour atteindre cet objectif à long terme ni la taille que celles-ci doivent atteindre pour assurer leur rétablissement, puisque la dynamique des populations rétablies de saumon atlantique des hautes terres du Sud n'est pas connue. Les recherches antérieures sur les objectifs d'abondance et les recherches théoriques sur le rapport entre la répartition d'une espèce et la persistance ou le rétablissement peuvent servir de base à la prise de décision.

Les objectifs de rétablissement proposés pour les populations de saumon atlantique de l'unité désignable des hautes terres du Sud comportent des composantes d'abondance et de répartition.

Les objectifs d'abondance fixés pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud sont proposés comme exigences de ponte pour la conservation dans une rivière précise, d'après la superficie estimée de l'aire de croissance des juvéniles et un taux de ponte de 2,4 œufs/m^2. L'atteinte de l'exigence de conservation permettra d'atteindre la persistance de la population à long terme, de maintenir la fonction écologique des bassins hydrographiques que le saumon occupait auparavant et d'accroître les avantages potentiels pour les humains si les populations de saumon se rétablissent dans autant de rivières que possible. La taille de la population globale est positivement liée à la persistance de la population de différentes espèces de poissons, ce qui suggère que la croissance de la taille de la population du saumon dans la région des hautes terres du Sud est importante pour réaliser le rétablissement. Toutefois, la taille de la population n'est pas le seul indicateur de la viabilité de la population, et la taille précise qu'une population doit atteindre dépend de la dynamique de celle-ci au cours de sa reconstitution.

Les objectifs de répartition doivent englober la variabilité génétique et phénotypique entre les populations ainsi que la variabilité environnementale entre les rivières; ils doivent s'étendre aux rivières réparties dans l'ensemble de l'unité désignable pour permettre le flux génétique entre les rivières et les populations. En incluant une plus grande variété de populations dans les objectifs de répartition, on s'attend à améliorer la persistance et à faciliter le rétablissement à plus long terme. Les critères suivants peuvent aider à déterminer la priorité entre les réseaux hydrographiques au moment d'établir les objectifs de répartition : les effectifs actuels, la complexité (du cycle biologique de la population, de l'adaptation locale et de la distinction génétique), la connectivité avec les populations environnantes (structure de métapopulation) et le nombre de populations sources ainsi que leur emplacement.

Il existe une structuration démographique et génétique dans la région des hautes terres du Sud, ce qui signifie que les populations de saumon atlantique ne peuvent pas toutes être considérées comme équivalentes. De plus, chaque population a le potentiel de contribuer génétiquement ou démographiquement à la persistance à long terme du saumon atlantique des hautes terres du Sud (et possiblement de l'espèce même), de là son importance intrinsèque. La préservation du plus grand degré de variation génétique que possible maximisera le potentiel évolutif du saumon atlantique des hautes terres du Sud, en veillant à ce que l'unité désignable dans son ensemble ait la capacité de réagir ou de s'adapter aux changements environnementaux et une chance de recoloniser les cours d'eau abandonnés par le saumon. La préservation des populations qui présentent une forte variation et une forte divergence sur le plan génétique sera importante pour le rétablissement. Si, aux fins de rétablissement, les populations étaient classées par ordre de priorité en fonction de la variation génétique à l'intérieur d'une rivière, les populations des rivières Medway, St. Mary's (bras est) et Salmon (Guysborough) seraient toutes importantes (voir O'Reilly *et al.* 2012). Si elles étaient classées par ordre de priorité en fonction de la divergence génétique, les rivières Moser et Musquodoboit deviendraient importantes (voir O'Reilly *et al.* 2012).

On pense que l'adaptation locale entre les populations découle principalement de l'hétérogénéité environnementale (la variation de l'habitat) et qu'elle doit être maintenue par le comportement de retour du saumon atlantique. Une analyse par grappes a permis de désigner trois principaux groupes de rivières et six sous-groupes (figure 15) qui pourraient être représentatifs de l'hétérogénéité environnementale dans la région (voir Bowlby *et al.* 2013b pour connaître les détails). À tout le moins, les trois groupes devraient être représentés dans l'objectif de répartition du saumon atlantique dans les hautes terres du Sud, mais la sélection des populations représentatives des six sous-groupes assurerait une plus grande diversité au

sein des populations ciblées. Il est généralement admis que les plus grandes rivières (populations) offrent de meilleures populations sources aux fins d'émigration et de colonisation que les rivières plus petites. De plus, l'inclusion d'autant de populations que possible dans les objectifs de répartition devrait accroître la persistance à long terme de l'unité désignable. Le fait d'avoir plusieurs populations de chaque groupe devrait par ailleurs aider à les protéger contre des pertes catastrophiques.

Des objectifs de rétablissement provisoires pour le saumon atlantique des hautes terres du Sud peuvent être utilisés pour évaluer les progrès liés au rétablissement. Des indicateurs de survie et de risques d'extinction peuvent servir à évaluer les progrès réalisés à l'égard des objectifs de rétablissement, particulièrement en ce qui touche le freinage du déclin. Les objectifs provisoires proposés sont les suivants :

- D'abord, freiner le déclin de l'abondance et de la répartition dans les rivières avec des populations documentées de saumon atlantique.
- Ensuite, réduire le risque de disparition dans les rivières avec des populations documentées de saumon atlantique en atténuant les menaces dans ces rivières.
- Enfin, au besoin, élargir la présence et l'abondance du saumon atlantique dans d'autres rivières qui ne contiennent pas de saumon actuellement, pour uniformiser la répartition dans l'unité désignable des hautes terres du Sud et faciliter la dynamique de métapopulation.

Les objectifs de rétablissement devront être revus au fur et à mesure que des renseignements sur la dynamique de la population en rétablissement seront disponibles.

Figure 15. Dendrogramme représentant le degré de différence entre les bassins hydrographiques (voir le nom correspondant à chaque numéro de rivière à la figure 2) résultant de la classification hiérarchique. Les bassins qui présentent plus de similitudes sont reliés plus étroitement.

Exigences en matière de résidence

Le paragraphe 2(1) de la LEP définit la résidence comme un « gîte [...] occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation ». L'ébauche des lignes directrices opérationnelles du MPO relatives à la désignation de la résidence et à la préparation d'un énoncé de résidence pour une espèce aquatique en péril (MPO, rapport non publié) utilise les quatre conditions suivantes pour déterminer si le concept de résidence s'applique à une espèce aquatique : (1) il existe un

habitat distinct dont la structure et la fonction sont semblables à un terrier ou à un nid; (2) un individu de l'espèce s'est investi dans la création, la modification ou la protection de l'habitat; (3) l'habitat a la capacité fonctionnelle de soutenir le rendement satisfaisant d'un processus du cycle biologique essentiel, notamment le frai, la reproduction, l'allaitement et l'élevage; (4) l'habitat est occupé par un ou plusieurs individus pendant une ou plusieurs parties de leur cycle biologique.

Deux habitats (utilisés au cours de trois stades biologiques) ont fait l'objet d'une évaluation en tant que résidences potentielles pour le saumon atlantique. Il s'agissait de frayères (utilisées par les œufs et les alevins vésiculés) et de roches-abris (utilisées par les saumons juvéniles en eau douce). Chacun de ces habitats est habituellement occupé pendant une partie du cycle biologique du saumon et offre des fonctions précises pour permettre la réussite du cycle biologique du saumon atlantique. De plus, les individus consacrent de l'énergie à sa création ou sa protection. Ce sont les frayères qui correspondent le mieux à la définition de résidence, puisqu'elles sont construites, tandis que les roches-abris ne le sont pas.

Les œufs et les alevins vésiculés vivent dans les frayères de l'automne (fin octobre ou début novembre) jusqu'au printemps (mi-mai ou début juin), lorsque les alevins émergent et commencent à se nourrir. Les frayères sont essentielles pour protéger les œufs et les alevins vésiculés des perturbations (p. ex. érosion par la glace, transport de la charge de fond, impacts physiques causés par les débris), des courants, des fluctuations des niveaux d'eau et des prédateurs. Elles offrent des remous qui capturent les œufs libérés, lesquels sont ensuite recouverts de gravier par le saumon adulte. La présence d'espaces interstitiels assure un débit d'eau et un apport en oxygène nécessaires à l'incubation des œufs et au développement des alevins vésiculés avant leur sortie du nid. Ainsi, les frayères permettent de réduire au minimum le mouvement des œufs et d'empêcher que ceux-ci soient transportés dans un habitat défavorable. Elles offrent aussi une protection contre certains prédateurs. La taille des frayères varie habituellement entre 2,3 et 5,7 m^2, et elles consistent en un monticule surélevé de gravier ou en un dôme sous lequel se trouvent la plupart des œufs et en une dépression située en amont. Les profondeurs d'enfouissement des œufs varient entre 10 à 15 cm^2 environ. Les frayères sont habituellement construites à des profondeurs de 17 à 76 cm dans des milieux où les courants varient entre 26 et 90 cm/s^2.

Le saumon atlantique juvénile est territorial; il reste relativement stationnaire près d'une roche-abri qu'il défend activement contre d'autres juvéniles. L'occupation (résidence précédente) est un facteur clé de la défense réussie. Les roches-abris offrent des remous qui protègent les tacons des courants et un abri qui leur permet d'éviter les prédateurs. De plus, elles ont une influence sur la disponibilité des invertébrés à la dérive qui servent de nourriture (en fonction de l'emplacement de la roche par rapport au débit d'eau). Par conséquent, le choix d'un territoire ou d'une roche-abri a des répercussions directes sur le potentiel de croissance individuel et la réussite de l'élevage en eau douce. La capacité à obtenir et à défendre un territoire est liée à la croissance et à l'âge de la smoltification, et donc à l'âge à la maturité, un paramètre clé du cycle biologique. Bien que le saumon juvénile puisse changer de roche-abri de façon intermittente, on estime que ses déplacements sont limités. Par exemple, une étude a permis de constater que 61,8 % des jeunes saumons de l'année se déplacent de moins d'un mètre pendant juillet et août. La taille des roches-abris varie habituellement entre moins de 10 cm et plus de 40 cm. Certains indices portent à croire que la taille de la roche choisie augmente de l'été à l'automne, c'est-à-dire que les tailles privilégiées par les juvéniles augmentent à mesure que ceux-ci grandissent. Les juvéniles commencent à occuper les roches-abris peu après leur émergence du gravier au printemps et les utilisent jusqu'à ce qu'ils retournent dans le substrat à la fin de l'automne.

Menaces

Une menace est une activité ou un processus qui a causé, cause ou peut causer des dommages à une espèce, sa mort ou des modifications de son comportement, ou la perturbation de son habitat jusqu'au point où des effets sur la population peuvent se produire. Cette définition comprend les sources naturelles et anthropiques. Actuellement, les populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud ne sont guère en mesure d'augmenter leur taille, et on s'attend donc à ce que les effets à long terme des menaces intermittentes soient plus importants que lorsque la productivité était plus élevée. De plus, les activités humaines qui réduisent les populations de saumon atlantique représentent souvent un ensemble de menaces pesant sur le poisson et son habitat. Par conséquent, il est difficile de parler d'une seule menace en particulier compte tenu de la nature cumulative et corrélative de la majorité des menaces.

Des renseignements détaillés sur chacune des principales menaces pesant sur le saumon atlantique des hautes terres du Sud et son habitat se trouvent dans Bowlby *et al.* (2013b), et l'annexe A renferme un résumé. Le niveau général de préoccupation attribué à une menace précise est établi d'après la gravité des répercussions sur les populations, la fréquence et l'étendue de la menace dans l'unité désignable des hautes terres du Sud.

En général, il existe de nombreux renseignements sur la façon dont les menaces touchent les saumons atlantiques du point de vue des modifications de la croissance, de la survie ou du comportement à n'importe quel stade biologique (principalement les juvéniles). Cependant, en comparaison, peu de recherches établissent un lien entre les menaces pesant sur les bassins hydrologiques des hautes terres du Sud et les changements dans l'abondance des adultes de populations précises de saumon atlantique. Selon l'analyse de l'utilisation des terres dans la région des hautes terres du Sud (Bowlby *et al.* 2013b), les activités humaines antérieures et en cours sont considérables dans la plupart des bassins versants et elles ont probablement altéré les processus hydrologiques dans les bassins hydrographiques des hautes terres du Sud. Les facteurs liés au paysage qui contrôlent l'hydrologie fonctionnent à des échelles spatiales classées de manière hiérarchique (région, bassin hydrographique, portée, habitat de pleine eau) et, par conséquent, ils surpassent souvent les facteurs qui contrôlent l'abondance du saumon à de petites échelles spatiales.

Les menaces pour lesquelles le niveau de préoccupation est élevé sont abordées ci-après. Les menaces pesant sur la persistance et le rétablissement en eau douce qui présentent un niveau élevé de préoccupation comprennent (sans ordre d'importance) l'acidification, la modification de l'hydrologie, les espèces de poisson envahissantes, la fragmentation des habitats attribuables aux barrages et aux ponceaux, les activités de pêche illégales et le braconnage. Les menaces dans les milieux marins et estuariens qui présentent un niveau élevé de préoccupation comprennent (sans ordre d'importance) la salmoniculture et les changements de l'écosystème marin.

Acidification

Les bassins hydrographiques dans la région des hautes terres du Sud sont très touchés par l'acidification, qui provient principalement des dépôts atmosphériques (p. ex. pluies acides) attribuables à des sources industrielles en Amérique du Nord. Compte tenu des couches géologiques sous-jacentes des hautes terres du Sud, les rivières ont peu de pouvoir tampon et leur pH a légèrement ou fortement diminué. L'acidification de la rivière a grandement contribué à la réduction de l'abondance ou à la disparition de populations dans de nombreuses rivières de la région au cours du dernier siècle. En plus des effets continus de l'acidification, les déclins contemporains dans les rivières non acides indiquent que d'autres facteurs ont aussi une

influence sur les populations. Même si l'acidification a cessé dans la plupart des réseaux, peu sont ceux qui se rétablissent et on s'attend à ce que la plupart restent marqués par l'acidification pendant plus de 60 ans. Les rivières dans le sud-ouest des hautes terres du Sud ont tendance à être plus acides que celles dans le nord-est de la région.

Un bas niveau de pH réduit la survie du saumon atlantique juvénile en raison de la mortalité directe ou de la vulnérabilité accrue à la prédation ou aux maladies ainsi que de la capacité réduite à faire concurrence pour la nourriture ou l'espace et de l'interférence avec le processus de smoltification. On estime que le stade biologique des alevins (âge 0) est le plus durement touché. En effet, les courbes de mortalité cumulative prédisent un taux de mortalité de 50 % lorsque le niveau de pH est de 5,3. Un pH annuel moyen de moins de 4,7 est considéré comme insuffisant pour assurer le maintien des populations de saumon atlantique. Korman *et al.* (1994) ont élaboré des fonctions de toxicité par stade biologique en fonction des études disponibles et ils ont utilisé ces facteurs pour estimer les taux de mortalité des œufs par rapport aux saumoneaux associés au pH pour des périodes précises. Le tableau 5 présente les taux de mortalité par stade biologique estimés au moyen de ces fonctions pour des valeurs de pH à la surface entre 4,5 et 5,5. Ces taux s'ajoutent à la mortalité naturelle et à la mortalité découlant d'autres causes.

Tableau 5. Taux de mortalité (%) et accumulation toxique (AT – proportion de morts chaque semaine) pour le saumon atlantique juvénile en tant que fonction du pH à la surface d'après les fonctions de toxicité dans Korman et al. (1994). On a attribué la valeur limite aux valeurs à l'extérieur de l'intervalle de 0 % à 100 %. Les taux et les valeurs de pH sont propres à une période. Les taux de mortalité s'ajoutent à la mortalité naturelle et à la mortalité découlant d'autres causes. Adapté de Korman et al. (1994).

Stade biologique	Période		pH moyen à la surface				
		Taux	4,50	4,75	5,0	5,25	5,50
Œuf	De novembre à avril	Mortalité	57,1 %	37,3 %	17,6 %	0 %	0 %
Alevin vésiculé	Mai	Mortalité	36,3 %	16,6 %	7,6 %	3,5 %	1,6 %
Alevin	Juin	Mortalité	100 %	100 %	56,7 %	31,7 %	17,7 %
Tacon	Toute l'année	AT	0,19	0, 017	0,0016	0,0001	0,0000
Saumoneau sauvage	Mai	AT	0,19	0,017	0,0016	0,0001	0,0000
Saumoneau en écloserie	Du 15 au 25 mai	AT	0,19	0,017	0,0016	0,0001	0,0000

Soixante rivières dans les hautes terres du Sud ont été classées selon le pH annuel moyen (figure 16). Selon des recherches menées dans les années 1980, les populations de saumon sont disparues dans les réseaux extrêmement acides (pH de moins de 4,7; 13 rivières), réduites de 90 % dans les réseaux modérément touchés (pH entre 4,7 et 5,0; 20 rivières) et réduites d'environ 10 % dans les réseaux légèrement touchés (pH entre 5,1 et 5,4; 14 rivières). Elles ne seraient pas touchées lorsque le pH est supérieur à 5,4 (13 rivières). Toutefois, les densités de juvéniles calculées dans le cadre d'un relevé par électropêche mené en 2008-2009 laissent croire que les réductions dans la productivité pourraient être encore plus élevées (95 % et 58 % pour les réseaux modérément et légèrement touchés, respectivement). Par conséquent, entre 316 726 et 334 322 unités d'habitat (sur un total de 351 918) dans les rivières modérément

touchées et entre 19 431 et 112 701 unités d'habitat (sur un total de 194 312) dans les réseaux légèrement touchés ne seraient pas appropriées pour la production de juvéniles.

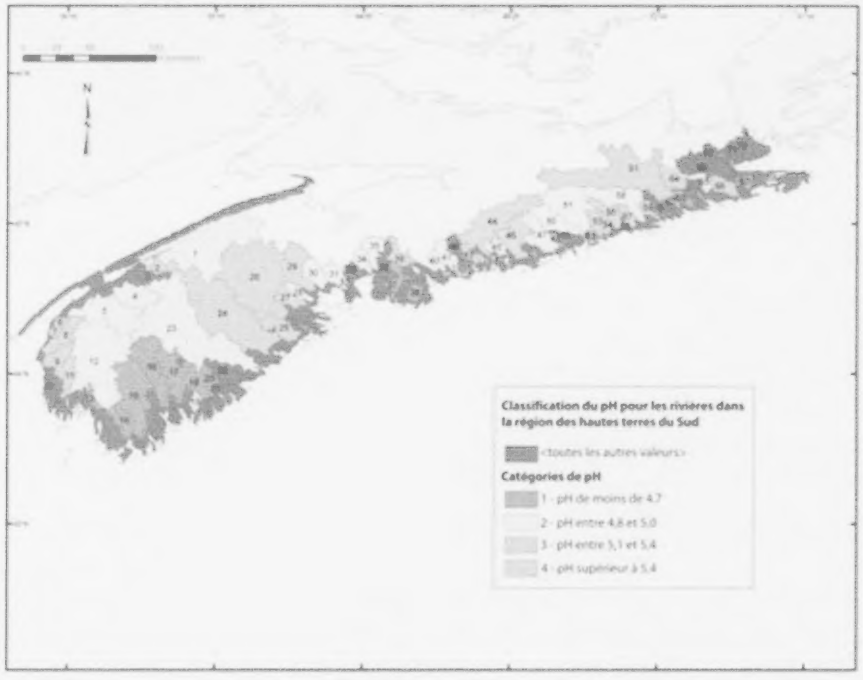

Figure 16. Classification du pH annuel moyen dans les rivières de la région des hautes terres du Sud. Données tirées d'Amiro (2006). Les nombres associés aux bassins hydrographiques correspondent à la légende de la figure 2.

Modification de l'hydrologie

Le régime hydrologique d'un réseau fluvial peut être modifié par une grande variété d'activités humaines. Ces activités comprennent l'extraction directe d'eau à des fins industrielles, agricoles ou municipales, l'utilisation intensive des terres ayant des effets sur l'écoulement de surface et le débit de l'eau souterraine, les dérivations des cours d'eau pour la production d'énergie, et un calendrier des opérations de déversement des centrales de production d'énergie ne correspondant pas au régime d'écoulement naturel. Elles peuvent avoir des effets importants sur l'habitat de frai et d'élevage du saumon, en particulier lorsque les débits de base des cours d'eau sont considérablement réduits.

L'écoulement fluvial dans les réseaux de l'unité désignable des hautes terres du Sud varie beaucoup d'une année à l'autre. Cependant, la variabilité naturelle peut être aggravée par l'utilisation intensive des terres (p. ex. foresterie, agriculture, urbanisation), qui peut accélérer le taux d'écoulement des terres et l'entrée dans les chenaux de cours d'eau. Cela peut rendre une rivière plus sujette aux inondations en plus d'augmenter la fréquence et la durée des crues et des sécheresses. Des débits extrêmement faibles peuvent augmenter la fréquence des températures extrêmes, réduire la disponibilité des habitats saisonniers dans un bassin hydrographique et avoir une influence sur l'approvisionnement alimentaire. La survie des œufs, des alevins vésiculés et des juvéniles est directement liée à l'écoulement des cours d'eau. En effet, le taux de survie est plus élevé les années où les débits sont plus élevés en été et en hiver. Des débits extrêmement élevés peuvent entraîner de l'érosion à grande échelle et des changements importants dans la morphologie des chenaux et des lits. Tous ces processus

influent sur la qualité et la quantité des habitats disponibles en eau douce. Dans des débits extrêmement élevés, les saumons juvéniles ont tendance à trouver refuge dans le substrat, mais leur mortalité peut être plus élevée en raison de leurs déplacements, des turbulences, de l'abrasion et du mouvement du substrat.

La modification des régimes hydrologiques a des répercussions directes sur la température de l'eau, et touche donc le comportement, la croissance et la survie des saumons atlantiques à tous les stades biologiques en eau douce. Elle peut aussi limiter le nombre d'habitats utilisables dans un bassin hydrographique. Des températures extrêmement élevées peuvent entraîner la mortalité directe de juvéniles s'ils ne peuvent pas se rendre dans des refuges en eau froide. Elles peuvent aussi réduire la survie de façon indirecte à cause d'effets sur la croissance, les réactions pour éviter les prédateurs ou la vulnérabilité des individus aux maladies et aux parasites. Des températures extrêmement basses en hiver peuvent entraîner la mortalité directe en raison du gel des frayères et des perturbations physiques causées par l'érosion par la glace ainsi que réduire les taux de développement des œufs et des alevins vésiculés. En plus des événements hydrologiques extrêmes, la perte du couvert riverain, l'extraction excessive de l'eau souterraine et la gestion de l'eau dans les réservoirs et les centrales hydroélectriques peuvent contribuer aux périodes de températures extrêmes.

De plus, on a constaté que les reproducteurs adultes qui reviennent entament des migrations de frai lorsque les niveaux d'eau augmentent, car le niveau d'eau doit être suffisant pour qu'ils puissent se répartir dans l'ensemble du réseau hydrographique et se rassembler dans les fosses. Les hauts niveaux d'eau au printemps peuvent être un élément déclencheur de la migration des saumoneaux, et il a été démontré que leur taux de survie est plus élevé les années où l'écoulement est élevé dans certains réseaux.

Espèces envahissantes (poissons)

L'abondance et l'aire de répartition du brochet maillé et de l'achigan à petite bouche ont beaucoup augmenté depuis l'introduction de ces espèces dans la région des hautes terres du Sud. À l'heure actuelle, le brochet maillé est présent dans 69 sites documentés dans les hautes terres du Sud tandis que l'achigan à petite bouche est présent dans 174 sites documentés (voir Bowlby *et al.* 2013b). Ils sont tous deux reconnus comme d'importants piscivores. On pense que le brochet maillé a une influence directe sur les populations de saumon atlantique par la prédation plutôt que la compétition. Des études préliminaires dans la région des hautes terres du Sud laissent croire que la présence du brochet maillé dans un lac réduit de façon importante l'abondance et la diversité des espèces de la communauté indigène de poissons. L'achigan à petite bouche, une espèce introduite, influe sur les communautés de poissons par la compétition et la prédation, et sa présence est liée à la modification de la communauté et la disparition de poissons indigènes. On a observé que les saumons atlantiques juvéniles changent leur utilisation de l'habitat dans les régions où l'achigan à petite bouche est aussi présent, bien que ces résultats dépendent des températures de l'eau et des conditions d'écoulement.

Fragmentation des habitats attribuable aux barrages, aux ponceaux et aux autres structures permanentes

Des structures permanentes sont souvent placées dans les rivières ou le long des rivières pour trois raisons principales : retenue d'eau (réservoirs pour l'hydroélectricité, eau potable municipale ou autres utilisations industrielles), stabilisation des berges (pour prévenir les mouvements du chenal de cours d'eau) et la dérivation de cours d'eau (à des fins industrielles et récréatives ou pour la prévention des inondations). Le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse et la Gestion de l'habitat du MPO ont recensé 233 barrages et obstacles

physiques dans les bassins hydrographiques de la région des hautes terres du Sud (figure 17), et on estime que les populations de poissons peuvent passer au-delà de 44 de ces structures.

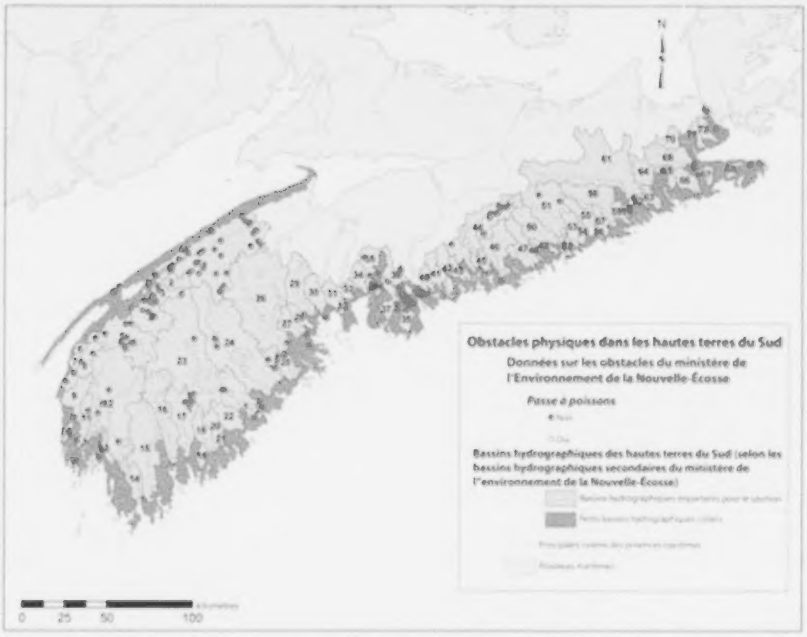

Figure 17. Tous les obstacles physiques dans la région des hautes terres du Sud faisant partie de la liste des couches d'obstacles du ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse et de la Gestion de l'habitat du MPO (Maritimes). Celles sans passe à poisson sont illustrées en rouge tandis que celles avec une passe partielle ou complète sont en bleu. Les nombres associés aux bassins hydrographiques correspondent à la légende de la figure 2.

En raison de la mauvaise conception, de l'installation inadéquate ou de l'entretien inadapté des ponceaux, ces derniers contribuent à la fragmentation des habitats dans les bassins hydrographiques, car ils deviennent des obstacles saisonniers ou complets qui empêchent le mouvement des poissons. De récents relevés des ponceaux en Nouvelle-Écosse laissent entendre que les obstacles qui empêchent le passage du poisson sont très répandus. En effet, parmi les ponceaux dans le bassin d'Annapolis, 37 % ont été définis comme des obstacles complets et 18 % comme des obstacles partiels. De plus, un échantillon aléatoire de 50 ponceaux dans les comtés de Colchester, de Cumberland, de Halifax et de Hants a déterminé que 61 % de ces ponceaux sont des obstacles complets. Parmi les 62 ponceaux évalués dans la rivière St. Mary's, 40 ne respectaient pas les critères concernant la profondeur de l'eau, 35 dépassaient les critères concernant la vitesse et 24 possédaient un exutoire qui pourrait empêcher le passage du poisson. Des résultats similaires ont été obtenus pour les bassins hydrographiques qui abritent le saumon atlantique à Terre-Neuve-et-Labrador et dans la zone continentale des États-Unis ainsi que ceux qui abritent le saumon du Pacifique et d'autres espèces de truites en Alaska et en Colombie-Britannique. Les activités telles que la récolte du bois, l'urbanisation, l'infrastructure (p. ex. nouvelles routes) ou l'aménagement de terrain ont tendance à augmenter le nombre d'installations de ponceaux dans un bassin hydrographique. Si l'on utilise les franchissements routiers comme indicateur des ponceaux (figure 18), les bassins hydrographiques des hautes terres du Sud dans les régions plus peuplées et celles les plus touchées par la foresterie ou l'agriculture ont les densités routières les plus élevées et, par conséquent, risquent le plus de subir des répercussions entraînées par les ponceaux.

Figure 18. Densité des franchissements routiers dans les bassins hydrographiques de la région des hautes terres du Sud. Les nombres associés aux bassins hydrographiques correspondent à la légende de la figure 2.

Activités de pêche illégales et braconnage

Il existe de nombreux rapports isolés d'activités de pêche illégales (p. ex. ciblage du saumon par des titulaires de permis généraux) et de récoltes illégales (braconnage) concernant le saumon atlantique dans la région des hautes terres du Sud, notamment au moyen d'engins de pêche récréative, de filets maillants ou d'autres méthodes de capture. Il est impossible de quantifier l'ampleur de cette menace envers des populations précises. Cependant, le braconnage a probablement le plus de répercussions négatives lorsque les populations sont petites (comme à l'heure actuelle), car une plus grande proportion de la population est touchée. De plus, la modélisation de la dynamique des populations présentée dans le présent document indique que les populations ont une faible capacité à se rétablir après les prélèvements illégaux, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas augmenter rapidement leur taille.

Effets de la pêche récréative sur les niveaux de population

Bien que la pêche récréative soit actuellement définie comme une menace faible (annexe A) pesant sur le saumon atlantique des hautes terres du Sud, les effets de la pêche récréative sur les niveaux de population sont décrits ci-après.

Les saisons de pêche récréative et les règlements et les pratiques connexes dans les hautes terres du Sud ont changé au fil du temps. En effet, les pêches avec la conservation de la quasi-totalité de tous les grands et petits saumons ont presque complètement été remplacées par des pêches avec remise à l'eau, et des fermetures ont été mises en place dans l'ensemble de la région des hautes terres du Sud en 2010.

Les pêches récréatives avec remise à l'eau offrent une stratégie de gestion intermédiaire entre la conservation de toutes les prises et la fermeture des pêches pour les populations dont l'effectif est inférieur aux niveaux cibles. Les effets dépendent du cycle biologique et de la

dynamique, y compris la productivité en eau douce, la survie en mer et la fréquence du frai répété. On peut s'attendre à ce que la taille des populations faisant l'objet d'une pêche avec remise à l'eau soit plus élevée que celle des populations faisant l'objet d'une pêche avec la conservation de toutes les prises. Toutefois, leur taille serait plus petite que si la pêche était fermée. On s'attend à ce qu'il existe un lien semblable avec les taux de reproduction pendant la durée de vie. Par conséquent, même si les pêches avec remise à l'eau peuvent ralentir les taux de rétablissement par rapport à la fermeture des pêches, la croissance de la population devrait être plus rapide que si cette dernière faisait l'objet d'une pêche avec la conservation de toutes les prises.

Des taux très variables de mortalité du poisson remis à l'eau après avoir mordu à un hameçon ont été signalés dans les ouvrages scientifiques. On cite la température de l'eau comme facteur important; la pêche récréative à des températures basses (soit inférieures à 17-18 °C) se traduit généralement par des mortalités plus faibles que la pêche avec remise à l'eau des prises qui est pratiquée quand les températures de l'eau sont plus élevées. On pense que la mortalité des poissons associée à la pêche avec remise à l'eau est aussi liée au niveau d'expérience du pêcheur, et que le taux de mortalité serait donc plus faible chez les poissons pêchés par des pêcheurs chevronnés. Bien que plusieurs études révèlent un faible taux de mortalité directe associée aux pêches récréatives avec remise à l'eau des prises à des températures basses (inférieures à 17-18 °C), il existe peu de renseignements concernant les autres effets de cette pêche du saumon (p. ex. effets potentiels sur la migration, la reproduction, l'habitat et le transfert de pathogènes).

La population de saumon de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) est la seule population des hautes terres du Sud pour laquelle il existe assez de données pour évaluer les effets des pêches récréatives sur la dynamique des populations. Dans les années 1980, lorsque les pêches avec conservation étaient en place, les pêches récréatives ont réduit le taux de survie des échappées de géniteurs de jusqu'à 31 % pour les saumons unibermarins. Les effets étaient moins importants pour les dibermarins, en partie en raison du moment de l'augmentation des efforts de pêche récréative et du passage à des pêches avec remise à l'eau pour les grands saumons. Cela a entraîné une réduction de la taille à l'équilibre de la population annuelle de jusqu'à 48 % et des réductions des taux de reproduction maximaux pendant la durée de vie de jusqu'à 23 %. En raison du passage à des pêches avec remise à l'eau des prises, les effets de la pêche sur la dynamique de la population sont beaucoup moins importants (presque négligeables). Cependant, cette conclusion dépend du taux de mortalité associée aux pêches avec remise à l'eau supposé (4 %) et de l'hypothèse selon laquelle les effets non létaux de ces pêches et les répercussions sur l'habitat sont minimes. Ces effets seraient plus importants si la saison de pêche était prolongée jusqu'à des périodes où la température de l'eau est plus élevée. De plus, ces valeurs devraient être interprétées dans le contexte des répercussions antérieures des pêches sur ces populations. À l'avenir, toutes les répercussions de la pêche récréative sur les populations dépendront de l'intensité de la pêche, des règlements sur la gestion concernant la période de la pêche et du taux de mortalité connexe.

Aquaculture

L'aquaculture commerciale du saumon atlantique en milieu marin de la Nouvelle-Écosse se fait habituellement dans des parcs en filet ancrés dans les estuaires côtiers ou des endroits abrités près de côtes. Les effets de l'aquaculture sur les populations de saumon atlantique sauvage se produiront par interactions dans l'environnement immédiat des parcs en filet ou par interactions entre les saumons d'élevage évadés et les saumons sauvages. L'évasion des sites aquacoles, la migration des saumons sauvages vers ou au-delà des sites aquacoles et une combinaison de ces deux facteurs peuvent avoir un effet d'attraction sur les prédateurs, causer l'échange de

maladies et d'éléments pathogènes, pousser à la compétition et entraîner des effets génétiques.

Nombre des rivières situées près des concessions aquacoles existantes abritent les plus grandes populations résiduelles du saumon atlantique dans la région des hautes terres du Sud. Les individus des populations des rivières Annapolis et Nictaux, entre autres, peuvent franchir tous les sites de salmoniculture dans cette région et interagir avec ces derniers lorsqu'ils traversent les régions côtières, alors que cela est moins susceptible de se produire pour les populations dans les régions plus au nord (p. ex. celles près de Canso).

Le croisement entre les populations sauvages et les saumons évadés des sites aquacoles réduit la valeur adaptative des hybrides, car ils sont moins adaptés aux conditions locales et, par conséquent, leur taux de survie est plus bas et ils sont moins résistants à la dégradation de l'environnement. Plus la différence génétique entre les populations sauvages et d'élevage est grande, plus ces effets seront importants. L'utilisation de stocks de reproduction d'autres secteurs entraîne des différences génétiques. De tels changements peuvent être permanents lorsque les gènes des poissons d'élevage se fixent au génome de la population sauvage (introgression). Même si le succès de reproduction des saumons évadés reste faible, on a signalé un grand nombre de reproductions attribuables à leur abondance dans certaines régions du Canada. Par exemple, on pense que 20 % des frais de la rivière Magaguadavic, au Nouveau-Brunswick, avaient été déposés par des femelles d'élevage lors de la période de frai 1992-1993. Des recherches menées en Europe ont démontré que le nombre de saumons d'élevage qui entrent dans les rivières est proportionnel au nombre de sites aquacoles et que les saumons évadés s'introduisent dans plusieurs rivières à proximité des sites. Des évasions des sites aquacoles ont été signalées dans 54 des 62 (87 %) rivières de l'Amérique du Nord étudiées dans un rayon de 300 km de l'industrie aquacole depuis 1984. Les saumons évadés représentent en moyenne 9,2 % (plage : de 0 % à 100 %) de la population adulte dans ces rivières. La fréquence des saumons évadés laisse entendre que les saumons d'élevage posent un risque important à la survie des populations sauvages. De plus, une récente méta-analyse a démontré que la réduction du taux de survie et de l'abondance de plusieurs espèces de salmonidés (y compris le saumon atlantique) présente une corrélation avec l'augmentation du nombre de sites aquacoles.

On suppose que la compétition pour les ressources, l'effet d'attraction des parcs en filet sur les prédateurs et la transmission de maladies par un poisson d'élevage échappé à des poissons sauvages sont des sources de mortalité directe du saumon atlantique sauvage attribuables aux sites aquacoles. Cependant, les preuves disponibles indiquent que la croissance et la survie des saumons atlantiques immatures en milieu marin ne sont pas limitées par la nourriture, et l'effet d'attraction des parcs en filet sur les prédateurs n'est pas directement lié à l'augmentation de la mortalité dans les populations sauvages. De même, il n'existe aucun cas prouvé au Canada pour lequel des épidémies de maladies ou du pou du poisson chez les populations sauvages peuvent être directement liées aux sites aquacoles, bien que des recherches sur l'épidémiologie démontrent que l'exposition et la fréquence de l'exposition sont des facteurs qui contribuent grandement à la propagation de maladies.

L'éloignement d'un site précis et l'augmentation de la taille de la population destinataire devraient diminuer les effets de l'aquaculture. Pour un nombre donné de saumons d'élevage qui s'introduisent dans une rivière, les effets du croisement sur les populations devraient diminuer avec l'augmentation de la taille de la population sauvage, ce qui laisse entendre qu'une mesure d'atténuation pourrait être d'aborder d'autres menaces pour augmenter l'abondance du saumon sauvage.

Changements de l'écosystème marin

On estime que l'abondance et la répartition des proies et des prédateurs sont un important facteur touchant la croissance et la survie des populations de saumon atlantique en milieu marin. De récentes preuves d'un changement de régime dans l'ensemble de l'écosystème de l'est du plateau néo-écossais démontrent que des changements importants dans les communautés écologiques dont font partie les populations de saumon atlantique sauvage sont probables, en particulier si les individus utilisent les zones éloignées des côtes. L'écosystème de l'est du plateau néo-écossais, autrefois caractérisé par la prédominance de poissons de fond de grande taille, abrite maintenant principalement des poissons pélagiques et des poissons de fond de petite taille ainsi que des macroinvertébrés. On pense que ce changement se produit aussi dans les régions avoisinantes (p. ex. ouest du plateau néo-écossais), quoiqu'à un rythme plus lent. Un aspect de ce changement est que les importantes interactions trophiques entre les prédateurs de niveau trophique supérieur restants ainsi que la modification fondamentale du flux d'énergie et du cycle des éléments nutritifs semblent soutenir la nouvelle situation écologique. On a émis l'hypothèse que les changements dans l'abondance et la répartition des petits poissons pélagiques a des répercussions sur la disponibilité de la nourriture et donc la survie en mer du saumon atlantique, et que l'augmentation des populations de phoques gris (*Halichoerus grypus*), comme c'est le cas dans l'est du plateau néo-écossais, peut entraîner une augmentation importante de la pression exercée par les prédateurs. Toutefois, on n'a trouvé aucune preuve empirique de ces répercussions sur le saumon atlantique des hautes terres du Sud.

Des changements à grande échelle dans les conditions atmosphériques et océanographiques ont été observés dans l'ensemble de l'aire de répartition du saumon atlantique. Par exemple, l'ouest du plateau néo-écossais a connu une période froide dans les années 1960, puis une période plus chaude que la moyenne jusqu'en 1998, et a ensuite refroidi considérablement après l'intrusion de l'eau froide de la mer du Labrador. L'est du plateau néo-écossais a refroidi à partir d'environ 1983 jusqu'au début des années 1990, et les températures au fond sont demeurées plus froides que la moyenne depuis. La couverture de glace de mer dans le golfe du Saint-Laurent et au large de Terre-Neuve-et-Labrador pendant l'hiver 2009-2010 était la plus basse observée depuis le début de la surveillance, en 1968-1969. Cette absence de glace était attribuable à des températures plus chaudes et aux tempêtes en début de saison qui ont brisé la glace et empêché la formation de nouvelle glace. Entre les années 1970 et le début des années 2000, l'oscillation nord-atlantique est passée de valeurs principalement négatives à des valeurs principalement positives. En hiver, l'oscillation nord-atlantique présente une corrélation négative importante avec la température de la surface de la mer, et elle pourrait donc avoir une influence sur le comportement hivernal du saumon atlantique et les taux de mortalité en mer. La plupart des recherches qui ont trouvé une corrélation entre les valeurs de l'oscillation nord-atlantique en hiver et les captures de saumon atlantique, l'âge à la maturité en mer ou le taux de survie et de recrutement des saumoneaux par rapport aux adultes concernent les populations européennes, bien qu'il existe des exemples de corrélations faibles en Amérique du Nord. Toutefois, comme indiqué précédemment, la mortalité des saumons adultes entre les périodes de frai chez les poissons principalement en eau douce, dans les estuaires et dans les milieux littoraux (première année) et celle chez les poissons dans les milieux marins plus éloignés (deuxième année) indiquent une forte corrélation entre l'oscillation nord-atlantique et le taux de survie pendant la deuxième année entre les périodes de frai pour le saumon atlantique de la rivière LaHave.

On croit que les taux de mortalité en mer sont les plus élevés peu après que les saumons immatures atteignent la haute mer, pendant qu'ils se trouvent toujours dans les milieux littoraux. Selon une hypothèse, la croissance rapide et le faible taux de mortalité des saumons atlantiques immatures sont associés à leur entrée dans l'océan à un moment où les proies des

larves de poisson sont abondantes et à une taille où elles sont consommables. Par conséquent, les facteurs environnementaux qui contrôlent la production marine primaire (qui détermine la disponibilité et la taille des proies) peuvent avoir d'importantes répercussions sur la survie et la croissance des saumons au début de leur séjour en mer.

Mesures d'atténuation et solutions de rechange

La restauration de la qualité des habitats marins et des habitats d'eau douce nécessite la capacité à quantifier les effets d'une menace donnée sur une population donnée, qui sont beaucoup plus susceptibles de se produire en eau douce que dans le milieu marin. Les menaces pesant sur les habitats en eau douce sont aussi beaucoup plus localisées et peuvent être abordées avec des mesures correctives à court terme. Il est probable que le fait d'augmenter la qualité et la quantité des habitats en eau douce empêchera la disparition d'espèces et favorisera des populations autonomes à de petites tailles. Pour certaines menaces (p. ex. acidification), il existe des mesures correctives bien connues (p. ex. chaulage) qui peuvent entraîner la croissance de la population. Dans d'autres cas, il pourrait être nécessaire de mettre en place des mesures de rétablissement traitant plusieurs menaces à la fois afin d'augmenter l'abondance de la population. Il a été suggéré que la restauration des bassins hydrographiques abritant des espèces de saumon devrait être axée en premier lieu sur le rétablissement des liens entre les habitats isolés (correction des obstacles), en deuxième lieu sur la restauration des processus hydrologiques, géologiques et riverains à l'échelle du bassin hydrographique, et finalement sur l'amélioration de l'habitat dans les cours d'eau. Lorsque l'on choisit les rivières à restaurer, il faut tenter de saisir le degré de variation entre les réseaux dans la région des hautes terres du Sud et de classer par ordre de priorité les plus grandes populations résiduelles pour le rétablissement.

Les mesures d'assainissement pour s'attaquer aux problèmes d'utilisation des terres n'entraîneront pas une augmentation immédiate des populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud. Par exemple, il faudrait de nombreuses années avant que la végétation riveraine atteigne une taille qui réduirait considérablement les apports en sédiments, ce qui devrait augmenter la qualité de l'habitat et réduire la mortalité juvénile dans la rivière. De tels changements à grande échelle sont les plus susceptibles d'engendrer une augmentation importante des populations de saumon atlantique, en raison de leur plus grande incidence sur l'abondance totale du bassin hydrographique plutôt que sur la densité localisée et, par conséquent, de régler les problèmes à l'échelle du bassin hydrographique.

L'élimination des menaces liées aux paysages pesant sur les bassins hydrographiques (p. ex. foresterie, agriculture, urbanisation, routes) nécessite de travailler à une échelle beaucoup plus grande que le tronçon de cours d'eau et comprend habituellement des mesures appliquées loin du lit d'un cours d'eau (p. ex. replantation de la végétation riveraine, réexamen des règlements sur l'utilisation de pesticides et sensibilisation du public concernant les espèces envahissantes). La coordination d'activités à petite échelle pourrait produire des effets plus immédiats.

Une analyse de sensibilité des effets de la taille de départ d'une population sur la viabilité démographique met en évidence les risques associés au retardement des mesures de rétablissement; le rétablissement est susceptible de devenir plus difficile si l'abondance continue à diminuer, comme on le prévoit pour ces populations. Des mesures de rétablissement devraient être prises dès que possible.

Les mesures d'atténuation et les solutions de rechange concernant les menaces pesant sur l'eau douce ainsi que les environnements estuariens et marins n'ont pas été abordées en détail au cours de la réunion.

Évaluation du potentiel de rétablissement

L'analyse de viabilité démographique décrite dans la section « Dynamique démographique » a aussi été utilisée pour évaluer la façon dont la probabilité d'extinction et la probabilité d'atteindre l'objectif de rétablissement devraient varier avec l'augmentation de la productivité en eau douce et de la survie en mer. On a évalué 24 scénarios pour les populations de saumon des rivières St. Mary's (bras ouest) et LaHave (en amont des chutes Morgan). Les valeurs de survie en mer prises en compte dans les analyses utilisaient les dynamiques des années 1980 et 2000 comme limites inférieure et supérieure, respectivement, et les deux scénarios intermédiaires ont été répartis équitablement entre ces limites (c.-à-d. à un tiers et aux deux tiers de la différence entre les valeurs antérieures et actuelles).

Pour modeler l'augmentation de la production en eau douce, on a augmenté la production des saumoneaux par des facteurs de 1,0 (aucune augmentation), de 1,2 (augmentation de 20 %), de 1,5 (augmentation de 50 %) et de 2,0 (double ou augmentation de 100 %). Cela équivaut au changement des paramètres de mortalité des tacons par des montants équivalents. Par exemple, le taux de mortalité annuel des tacons d'âge supérieur à 1 a été estimé à 0,72 pour la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Il s'agit d'un taux de survie annuel de 28 %. Le scénario de l'augmentation de la productivité en eau douce de 1,5 équivaut à un taux de survie annuel de 42 %.

Chaque combinaison de l'augmentation de la productivité en eau douce et du taux de survie en mer a été modelée pour un total de 16 scénarios (tableau 6). De plus, huit autres scénarios sont présentés afin d'examiner les effets des phénomènes extrêmes. Dans ces scénarios, la productivité en eau douce a été augmentée selon un facteur de 1,5, et des simulations ont été réalisées pour les quatre valeurs de survie en mer. Dans chaque scénario, les probabilités d'extinction et de rétablissement ont été évaluées au moyen de 2 000 trajectoires démographiques simulées.

Les trajectoires d'abondance, les probabilités de disparition et les probabilités de rétablissement pour chaque scénario sont fournies dans les figures 19, 20 et 21 ainsi que dans le tableau 6 pour la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Les résultats de ces analyses indiquent clairement que le saumon atlantique des hautes terres du Sud est très près du seuil entre la disparition et la viabilité. Le panneau A de chaque figure présente les résultats en fonction de la dynamique actuelle. Comme il a été mentionné précédemment, les deux populations disparaîtront en l'absence d'une intervention humaine ou d'un changement dans les indices vitaux pour une autre raison. Le panneau B présente les effets d'une augmentation de 20 % de la productivité en eau douce. Cette augmentation est faible, mais elle réduit nettement le risque de disparition, même si les taux de mortalité en mer demeurent inchangés (figure 20). Dans le cas de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan), la probabilité de disparition d'ici 30 ans diminuerait de 31 % à 3 % avec cette augmentation du taux de survie. Une augmentation de 50 % (panneau C) diminuerait la probabilité de disparition à 0 % pendant plus de 50 ans pour les deux populations. Bien que des populations viables et petites soient produites, aucune des trajectoires démographiques simulées n'a atteint les objectifs de rétablissement (figures 19 et 21). Une faible augmentation des taux de survie en mer (panneaux G à J) a des effets semblables. Aucune des populations simulées ne disparaîtrait selon les scénarios comprenant une augmentation d'un tiers et une petite proportion atteindrait les objectifs de rétablissement pour les deux populations. La proportion qui atteindrait l'objectif de rétablissement augmente en fonction de l'augmentation de la productivité en eau douce (figure 21, comparaison des panneaux G à J). Les probabilités de rétablissement dépasseraient 50 % dans 50 ans selon tous les scénarios comprenant une augmentation de deux tiers du taux de survie en mer (panneaux M à X) et les probabilités de disparition sont de zéro. Dans les limites, ces conclusions sont résistantes à la façon dont la

fréquence des phénomènes extrêmes est modelée (panneaux E, K, Q, W, F, L, R et X). Lorsque la fréquence des phénomènes extrêmes est réduite, la probabilité de rétablissement augmente et la probabilité de disparition est réduite (p. ex. comparaison des panneaux H et K). Les résultats pour la population de saumon de la rivière St. Mary's (bras ouest) sont semblables.

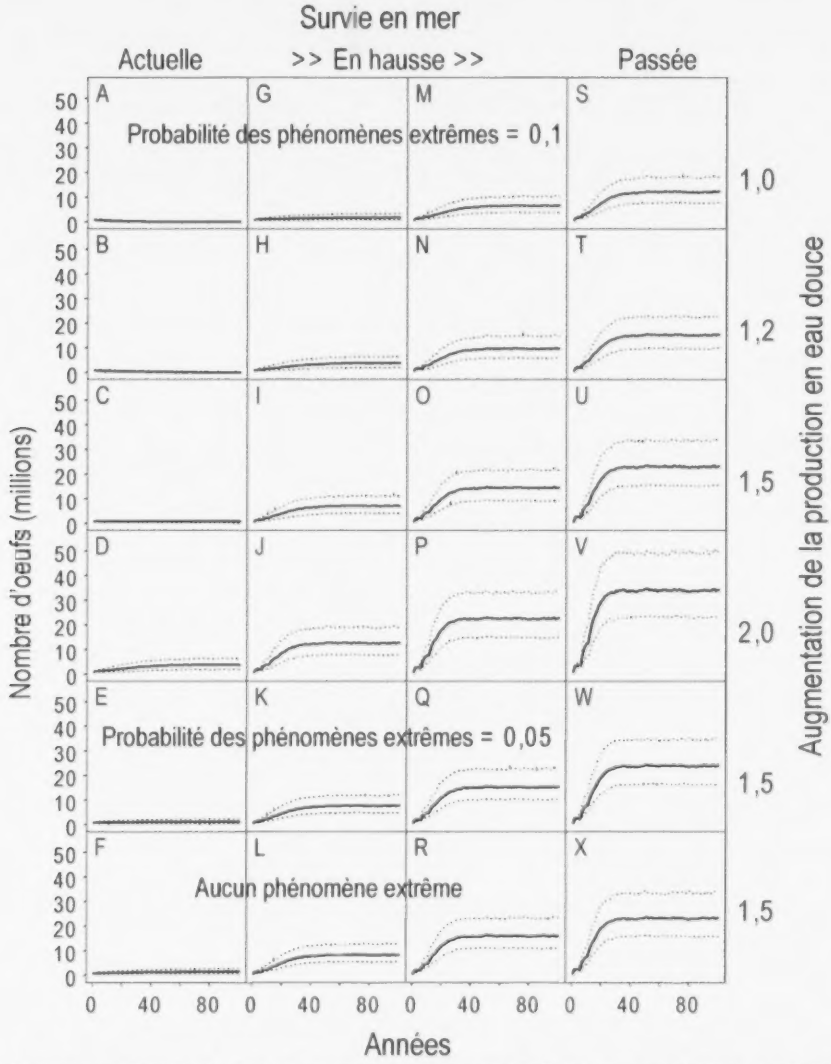

Figure 19. Effets de l'augmentation de la survie en mer et de la productivité en eau douce sur l'abondance simulée des œufs pour la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Les graphiques représentent le résumé de 2 000 simulations pour chaque scénario. L'abondance moyenne (ligne pleine) et les 10e et 90e centiles (lignes pointillées) sont présentés. Les panneaux de droite et de gauche sont établis d'après les taux de survie des années 1980 et 2000, respectivement, et les panneaux du milieu présentent les scénarios selon lesquels les taux de survie augmenteraient d'un tiers et des deux tiers de la différence entre ces valeurs. Les taux de montaison des unibermarins et des dibermarins et le taux de survie entre les périodes du frai répété augmenteraient. La production en eau douce pour les années 2000 est utilisée dans tous les scénarios. Les quatre rangées du haut présentent les effets de l'augmentation de la productivité en eau douce par des facteurs de 1 (aucun changement), de 1,2 (augmentation de 20 %), de 1,5 (augmentation de 50 %) et de 2,0 (augmentation de 100 %). Les deux rangées du bas présentent les effets si la fréquence des phénomènes extrêmes passe à un phénomène extrême tous les vingt ans en moyenne (cinquième rangée) et à aucun phénomène extrême (dernière rangée).

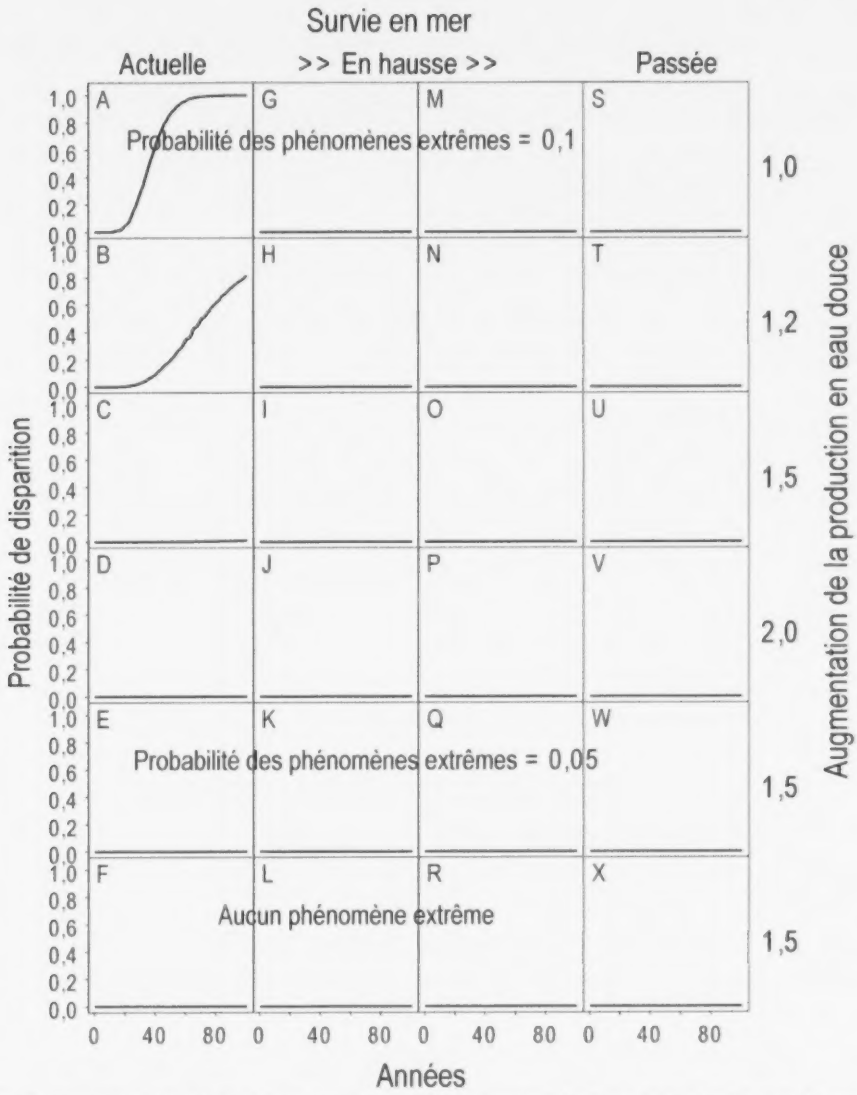

Figure 20. Effets de l'augmentation de la survie en mer et de la productivité en eau douce sur la probabilité de disparition pour la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Les panneaux sont décrits dans la légende de la figure 19.

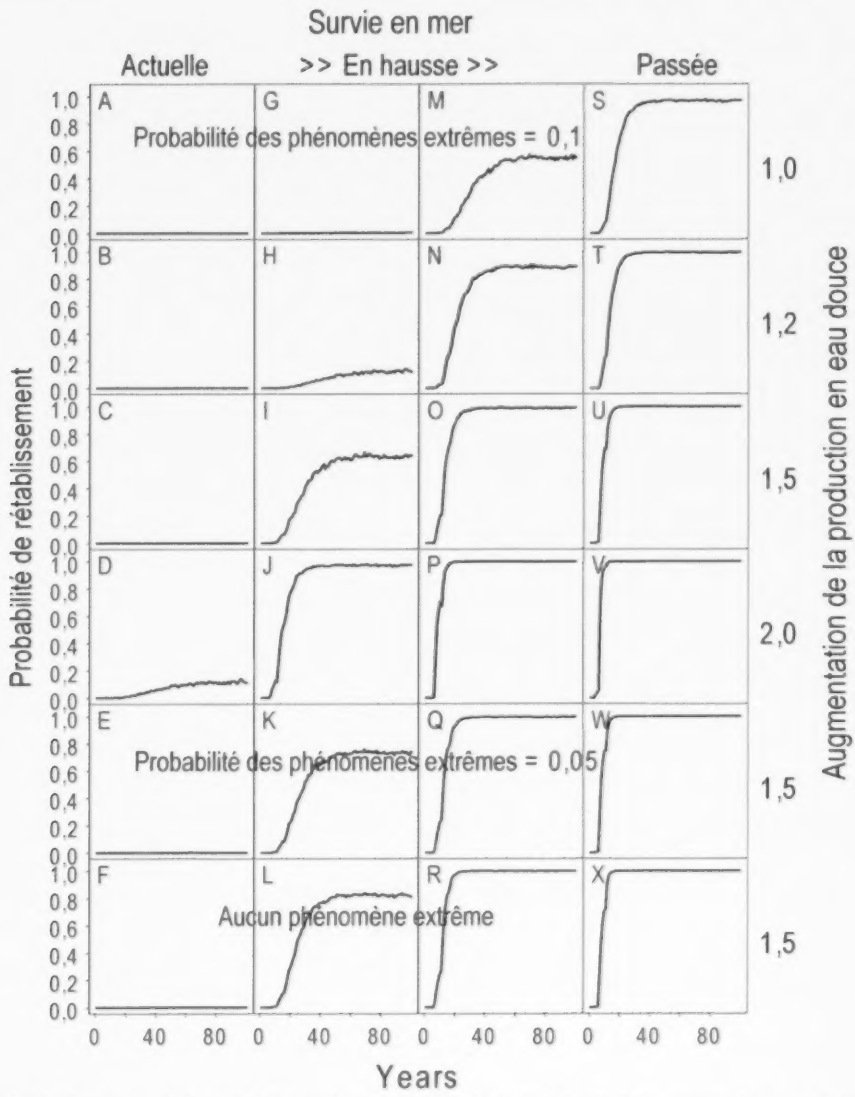

Figure 21. Effets de l'augmentation de la survie en mer et de la productivité en eau douce sur la probabilité d'atteindre l'objectif de rétablissement pour la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Les panneaux sont décrits dans la légende de la figure 19.

Tableau 6. Proportion des 2 000 trajectoires démographiques simulées qui a soit disparu, soit atteint l'objectif de rétablissement avant 10, 20, 30 ou 50 ans selon les scénarios de rétablissement pour la population de saumon atlantique de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan). Les scénarios concernant le milieu marin reflètent les changements entre les niveaux de survie en mer actuels (années 2000) et antérieurs (années 1980). Les scénarios concernant le milieu d'eau douce reflètent les augmentations dans la productivité en eau douce du niveau actuel (1) au double du niveau actuel. Les lettres associées aux montaisons correspondent à celles dans les figures 19 à 21. Les scénarios de phénomènes extrêmes représentent la fréquence moyenne des phénomènes extrêmes et la réduction du taux de survie entre le stade œuf et le stade alevin correspondant au phénomène.

Montaison	Scénario pour le milieu marin	Scénario pour le milieu d'eau douce	Scénario de phénomènes extrêmes	Proportion qui a disparu				Proportion qui s'est rétablie			
				10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans
a	Présent	1	10 ans; 0,2	0,00	0,05	0,31	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00
b	Présent	1,2	10 ans; 0,2	0,00	0,01	0,03	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
c	Présent	1,5	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
d	Présent	2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09
e	Présent	1,5	20 ans; 0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
f	Présent	1,5	Aucun	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g	Intermédiaire (un tiers)	1	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
h	Intermédiaire (un tiers)	1,2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,10
i	Intermédiaire (un tiers)	1,5	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,19	0,43	0,62
j	Intermédiaire (un tiers)	2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,80	0,95	0,97
k	Intermédiaire (un tiers)	1,5	20 ans; 0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,24	0,53	0,73
l	Intermédiaire (un tiers)	1,5	Aucun	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,32	0,66	0,83
m	Intermédiaire (deux tiers)	1	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,34	0,53
n	Intermédiaire (deux tiers)	1,2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,49	0,78	0,89
o	Intermédiaire (deux tiers)	1,5	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,90	0,99	0,99

p	Intermédiaire (deux tiers)	2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	1,00	1,00	1,00
q	Intermédiaire (deux tiers)	1,5	20 ans; 0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,94	1,00	1,00
r	Intermédiaire (deux tiers)	1,5	Aucun	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,98	1,00	1,00
s	Passé	1	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,74	0,94	0,97
t	Passé	1,2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,92	0,99	1,00
u	Passé	1,5	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	1,00	1,00	1,00
v	Passé	2	10 ans; 0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	1,00	1,00	1,00
w	Passé	1,5	20 ans; 0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00
x	Passé	1,5	Aucun	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	1,00	1,00	1,00

En conclusion, selon des analyses de viabilité démographique, des augmentations relativement faibles de la productivité en eau douce ou de la survie en mer devraient permettre de réduire les probabilités de disparition. Par exemple, dans le cas de la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan), une augmentation de 20 % de la productivité en eau douce diminuerait la probabilité de disparition de 87 % à 21 % d'ici 50 ans, et une augmentation de 50 % la diminuerait à près de 0 % d'ici 50 ans. Ces dernières doivent être accompagnées d'augmentations de la survie en mer afin de rétablir les populations à des niveaux supérieurs à ceux requis pour leur conservation.

Contrairement aux populations de saumon à l'intérieur de la baie de Fundy, dont la survie en mer est tellement faible que des mesures de rétablissement en eau douce auront probablement peu d'effets sur la viabilité globale, les mesures de rétablissement axées sur l'amélioration de la productivité en eau douce devraient réduire le risque d'extinction du saumon des hautes terres du Sud.

Ces dernières doivent être accompagnées de changements plus importants (valeur) sur le plan de la survie en mer afin de rétablir les populations à des niveaux supérieurs à ceux requis pour leur conservation, bien que les facteurs qui limitent la survie en mer ne soient pas connus.

Sensibilité à la taille de départ des populations

Les effets du retardement des activités de rétablissement ont été examinés au moyen de l'analyse de viabilité démographique (modèle de base) pour la population de la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) à une taille de départ de 100 %, 50 %, 25 % et 10 % des estimations de l'abondance pour 2010 (300 petits saumons et 53 grands saumons). D'après la dynamique actuelle, d'autres réductions dans la taille des populations permettent de réduire le délai pour la disparition. Une réduction de la taille de départ des populations de 50 % réduit le délai pour que 50 % des populations simulées disparaissent d'ici environ 10 ans, tandis qu'une réduction de la taille de 75 % réduit le délai pour que 50 % des populations simulées disparaissent d'ici environ 15 ans. De même, d'après la dynamique des années 1980, le délai de rétablissement a augmenté de façon similaire. Les effets d'autres réductions de la taille des populations avant le début du rétablissement sont les plus évidents dans les scénarios où les populations sont sur le point de se rétablir. Par exemple, avec une augmentation de la production en eau douce de 1,2, la probabilité de disparition d'ici 25 ans est de 1 % lorsque la taille de départ des populations équivaut à l'abondance de 2010. Cette valeur augmente à 10 %, 45 % et 97 % pour les réductions dans la taille de départ des populations de 50 %, 25 % et 10 % des abondances de 2010. Les effets ne sont pas aussi importants pour une augmentation de la survie en mer d'un tiers, car l'augmentation de la survie globale (survie du stade de l'œuf au stade adulte) est plus importante que pour une augmentation de la production en eau douce. De plus amples renseignements sur cette analyse figurent dans Gibson et Bowlby (2013).

Sources d'incertitude

Il peut être difficile de détecter la présence de juvéniles à des niveaux d'abondance très faibles. Par conséquent, le saumon n'est pas nécessairement disparu des rivières où il n'a pas été observé.

Comme décrit dans Gibson et Bowlby (2013), le coefficient de capturabilité par électropêche utilisé dans le modèle de production en eau douce pour la population de la rivière St. Mary's (bras ouest) n'a pu être estimé, et une valeur établie d'après le modèle de production pour la rivière LaHave (en amont des chutes Morgan) a été supposée. Si une différente valeur avait été

supposée, les taux de survie propres à l'âge et au stade auraient probablement été différents, mais la courbe de productivité en eau douce globale serait identique.

La dynamique future des populations de saumon atlantique des hautes terres du Sud rétablies est inconnue et, par conséquent, la taille de ces populations est aussi inconnue. On ignore donc si les objectifs de rétablissement proposés pour l'abondance sont suffisants pour assurer la viabilité à long terme de la population. Cependant, ils ne sont pas considérés comme irréalistes compte tenu de l'abondance passée.

L'importance de la migration entre les rivières pour assurer la stabilité numérique et l'intégrité génétique dans l'unité désignable est inconnue et, par conséquent, le nombre de populations devant être incluses dans la composante de répartition de l'objectif de rétablissement est aussi inconnu.

L'analyse de concentration du paysage utilisée comme fondement pour l'élaboration de la composante de répartition des objectifs de rétablissement dépend des données d'entrée, et l'utilisation de variables environnementales additionnelles ou différentes et d'un nombre supérieur ou inférieur de catégories de caractéristiques dans une variable aurait des répercussions sur les bassins hydrographiques précis faisant partie du nombre prévu de concentrations. Par conséquent, les regroupements de bassins hydrographiques ne devraient pas être considérés comme fixes, car d'autres regroupements sont possibles. Cependant, l'analyse de concentration est une façon concrète de regrouper la configuration des paysages et démontre que les bassins hydrographiques dans la région des hautes terres du Sud ne peuvent pas tous être considérés comme équivalents du point de vue de la protection de la diversité biologique des populations du saumon atlantique. La diversité peut aussi être caractérisée au moyen des écodistricts dans les hautes terres du Sud ou d'un plus bas niveau dans le dendrogramme présenté dans la section « Objectifs de rétablissement » (p. ex. les six regroupements du niveau suivant).

L'analyse de viabilité démographique est une technique puissante et largement utilisée dans le domaine de la biologie de conservation afin d'étudier les conditions actuelles, d'évaluer les risques et de simuler la façon dont les futures mesures de gestion pourraient toucher une population en déclin. Elle ne fournit pas d'estimations exactes de la probabilité réelle de disparition ou de rétablissement, mais elle est utile pour mener des évaluations relatives des mesures de gestion.

Pour créer les modèles d'analyse de viabilité démographique, on a supposé que l'abondance et la structure d'âge des populations étaient à l'équilibre pour le scénario modelé. Par conséquent, les abondances initiales peuvent être plus élevées que celles récemment observées. Le risque de disparition à court terme serait plus élevé si les récentes abondances étaient utilisées comme valeurs de départ.

Les analyses de viabilité démographique ont été élaborées en utilisant un seuil de quasi-extinction pour 15 saumons femelles. Les analyses de viabilité démographique sont sensibles au seuil supposé. Cette valeur est très basse par rapport aux anciennes abondances de saumon dans ces rivières. Si une dynamique dépensatoire existe, les populations pourraient ne pas être en mesure de se rétablir après de faibles niveaux d'abondance, y compris les populations qui dépassent ce seuil. Lorsque les scénarios ont été appliqués en utilisant la dynamique des années 2000, les délais pour la disparition ont diminué quand le seuil était augmenté. Cependant, ce seuil n'a presque aucun effet sur le délai de rétablissement lorsque la dynamique des années 1980 est utilisée.

Les modèles d'analyse de viabilité démographique ont été élaborés de façon à ce que la dynamique du milieu d'eau douce soit indépendante de la dynamique du milieu marin. Les taux

de survie en mer peuvent augmenter grâce à des changements dans le milieu d'eau douce ou la dynamique démographique en eau douce. Par exemple, de meilleures conditions de pH peuvent améliorer la survie des saumoneaux en mer, car on estime que l'exposition à court terme des saumoneaux à un faible pH réduit leur survie au début de leur séjour en mer. L'augmentation de la production des saumoneaux, qui entraînera de plus gros bancs de saumons, peut améliorer les taux de survie au début de leur séjour en mer grâce aux effets de l'envahissement des proies pendant la migration à travers les zones occupées par les prédateurs. Par conséquent, l'augmentation de la productivité en eau douce peut avoir des effets directs sur les taux de montaison en mer, et ainsi réduire la probabilité de disparition et améliorer la probabilité de rétablissement. Cette dynamique chez les populations de saumon atlantique est mal comprise.

Les tendances de répartition marine pour le saumon atlantique des terres hautes du Sud ont été évaluées à l'aide des programmes historiques de marquage des saumoneaux et des adultes combinés aux recaptures déclarées dans le cadre de pêches commerciales et récréatives. Les données sur les remises à l'eau s'étendent de 1966 à 1998 et comprennent seulement les renseignements sur les poissons qui ont été marqués de façon individuelle (habituellement avec des étiquettes Carlin ou « spaghetti » numérotées), puis recapturés (les remises à l'eau sans recapture n'ont pas été prises en compte). Les étiquettes récupérées dans le cadre des pêches (ou par des personnes associées à l'industrie de la pêche, p. ex. les travailleurs d'usine de transformation du poisson) ont été retournées volontairement en échange d'une récompense financière. Lorsque l'on interprète ces données, il est important de ne pas oublier que les efforts d'échantillonnage en milieu marin n'étaient pas aléatoires dans l'espace et le temps, c'est-à-dire que la distribution des retours d'étiquette dépend de la distribution des efforts de pêche et de l'aire de répartition des poissons. Dans les provinces maritimes et dans presque l'ensemble de Terre-Neuve-et-Labrador, les filets-trappes de pêche commerciale du saumon se trouvaient souvent à des endroits fixes accessibles de la côte. Dans la pêche en haute mer au Labrador et dans l'ouest du Groenland, un faible nombre d'individus marqués ont reçu une latitude et une longitude lorsqu'ils ont été recapturés; par conséquent, les recaptures ont été attribuées au milieu de chacun des districts de pêche de l'ouest du Groenland ou à des emplacements ou collectivités le long de la côte du Labrador. Ces données ne permettent donc pas de déterminer jusqu'à quelle distance au large le saumon atlantique fréquente ces eaux. Il est aussi difficile d'établir un lien entre les lieux de recapture et les variables environnementales ou océanographiques. De plus, la rareté des recaptures d'individus marqués pendant des mois précis (p. ex. de décembre à mars) est principalement attribuable à l'absence d'effort d'échantillonnage et pourrait ne pas refléter les tendances de la répartition réelles.

Les caractéristiques des bassins hydrographiques et les activités humaines dans ces bassins reposent sur des données géospatiales, dont certaines sont presque désuètes. Bien que les données utilisées soient les plus récentes, les renseignements précis doivent peut-être être validés.

Même si les roches-abris pourraient répondre aux critères de résidence, dans la pratique il n'existe aucune façon de déterminer si une roche dans une rivière est utilisée comme roche-abri.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 22 au 25 mai 2012 sur l'évaluation du potentiel de rétablissement du saumon atlantique (Unité désignable de hautes terres du sud de la Nouvelle-Écosse). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le *calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO*.

Amiro, P.G. 2006. A synthesis of fresh water habitat requirements and status for Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/017.

Bowlby, H.D., Gibson, A.J.F., and Levy, A. 2013a. Recovery Potential Assessment for Southern Upland Atlantic Salmon: Status, Past and Present Abundance, Life History and Trends. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/005.

Bowlby, H.D., Horsman, T., Mitchell, S.C., and Gibson, A.J.F. 2013b. Recovery Potential Assessment for Southern Upland Atlantic Salmon: Habitat Requirements and Availability, Threats to Populations, and Feasibility of Habitat Restoration. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/006.

COSEPAC. 2011. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Saumon atlantique *Salmo salar* (Population du Nunavik, Population du Labrador, Population du nord-est de Terre-Neuve, Population du sud de Terre-Neuve, Population du sud-ouest de Terre-Neuve, Population du nord-ouest de Terre-Neuve, Population de l'est de la Côte-Nord du Québec, Population de l'ouest de la Côte-Nord du Québec, Population de l'île d'Anticosti, Population de l'intérieur du Saint-Laurent, Population du lac Ontario, Population de la Gaspésie-sud du golfe Saint-Laurent, Population de l'est du Cap-Breton, Population des hautes terres du sud de la Nouvelle-Écosse, Population de l'intérieur de la baie de Fundy, Population de l'extérieur de la baie de Fundy) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa.

MPO. 2007. Protocole révisé pour l'exécution des évaluations du potentiel de rétablissement. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2007/039.

MPO et MRNF. 2009. Conservation Status Report, Atlantic Salmon in Atlantic Canada and Quebec: PART II – Anthropogenic Considerations. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2870.

Gibson, A.J.F., and Bowlby, H.D. 2013. Recovery Potential Assessment for Southern Upland Atlantic Salmon: Population Dynamics and Viability. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/142.

Gibson, A.J.F., Bowlby, H.D., Hardie, D., and O'Reilly, P. 2011. Populations on the Brink: Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in the Southern Upland Region of Nova Scotia, Canada. N. Am. J. Fish. Manage. 31: 733-741.

Halfyard, E.A., Ruzzante, D.E., Stokesbury, M.J.W., Gibson, A.J.F., and Whoriskey, F.G. 2012. Estuarine Migratory Behaviour and Survival of Atlantic Salmon Smolts from the Southern Upland, Nova Scotia, Canada. J. Fish. Biol. 81 : 1626-1645.

Hubley, P.B., and Gibson, A.J.F. 2011. A Model for Estimating Mortality of Atlantic Salmon, *Salmo salar*, Between Spawning Events. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 68: 1635-1650.

Korman, J., Marmorek, D.R., Lacroix, G.L., Amiro, P.G., Ritter, J.A., Watt, W.D., Cutting, R.E., and Robinson, D.C.E. 1994. Development and Evaluation of a Biological Model to Assess Regional-Scale Effects of acidification on Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 662-680.

O'Reilly, P., Rafferty, S., and Gibson, J. 2012. Within- and Among-Population Genetic Variation in the Southern Upland Designatable Unit of Maritime Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/077.

ANNEXE A

Les tableaux des menaces pesant sur le milieu d'eau douce, le milieu estuarien et le milieu marin résument les activités humaines et les sources de changements environnementaux qui ont des répercussions négatives sur les populations de saumon atlantique (c.-à-d. réduisent l'abondance) ou réduisent la qualité ou la quantité des habitats dans la région des hautes terres du Sud.

Définition des en-têtes des tableaux et des valeurs des colonnes

Catégorie de menace : L'activité générale ou le processus général (aussi bien naturel qu'anthropique) qui a causé, cause ou peut causer des dommages à une espèce en péril, sa mort ou des modifications de son comportement, ou la destruction, la détérioration ou la perturbation de son habitat jusqu'au point où des effets sur la population peuvent se produire.

Menace précise : L'activité précise ou le processus précis qui provoque un stress chez les populations de saumon atlantique de l'unité désignable des hautes terres du Sud. Le stress est défini comme des changements aux caractéristiques écologiques, démographiques ou comportementales des populations qui se traduisent par une réduction de la viabilité.

Niveau de préoccupation : Le niveau de préoccupation quant à la survie de l'espèce si une menace n'est pas atténuée. Un niveau de préoccupation élevé reflète les menaces susceptibles d'entraîner un important déclin de l'abondance ou la perte des populations en l'absence de mesures d'atténuation, un niveau de préoccupation modéré reflète les menaces susceptibles de limiter les populations à une faible abondance et donc d'augmenter le risque de disparition, et un niveau de préoccupation faible reflète les menaces susceptibles d'entraîner une faible augmentation du taux de mortalité, mais qui devraient avoir des effets relativement faibles sur la viabilité de l'ensemble de la population. Ce critère est fondé sur l'évaluation de tous les autres renseignements dans le tableau, avec une attention particulière accordée à l'étendue de la menace dans l'unité désignable et au nombre de populations susceptibles d'être touchées à chaque niveau de gravité (voir la définition ci-dessus).

Emplacement ou ampleur : La description de l'étendue spatiale de la menace dans les hautes terres du Sud se fonde largement sur les critères élaborés pour le *Conservation Status Report Part II* (MPO et MRNF 2009), selon lesquels une étendue faible correspond à moins de 5 % des populations touchées, une étendue moyenne à entre 5 % et 30 %, une grande étendue à entre 30 % et 70 %, et une très grande étendue à plus de 70 %. Dans la mesure du possible, la proportion réelle des populations de saumon atlantique des terres hautes du Sud touchées par une menace précise est indiquée entre parenthèses.

Occurrence et fréquence. Occurrence : Description de la période pendant laquelle la menace a eu (H – historique), a (A – actuelle) ou pourrait avoir (P – probable) des répercussions sur les populations de saumon atlantique de l'unité désignable des hautes terres du Sud. Historique – Une menace qui a ou a peut-être déjà eu des répercussions sur les populations de saumon où l'activité n'est pas en cours. Actuelle – Une menace qui a ou a peut-être actuellement des répercussions sur les populations où l'activité est en cours (comprend les situations où la menace n'est plus présente, mais où la menace historique a toujours des répercussions sur les populations). Probable – Une menace qui ne touche actuellement pas les populations de saumon, mais qui pourrait avoir des répercussions à l'avenir (comprend les situations où l'ampleur de la menace actuelle pourrait augmenter). Fréquence : Description de l'étendue temporelle de la menace pendant une année (saisonnière, récurrente, continue).

Gravité : Décrit le degré des répercussions qu'une menace donnée pourrait avoir ou a sur les populations individuelles de saumon atlantique soumises à la menace en raison de la nature et de l'ampleur possible des changements du point de vue des populations. Voir le tableau A1 pour des définitions et des exemples de la façon dont la gravité a été évaluée.

Tableau A1. Définitions et exemples de la façon dont la gravité a été évaluée.

Catégorie	Définition/exemples
Négligeable	• Modification de l'habitat respectant des lignes directrices acceptables qui n'entraîne pas une réduction de la qualité ou de la quantité de l'habitat. • Aucun changement dans la productivité de la population.
Faible	• Changements mineurs ou facilement récupérables sur l'habitat du poisson (changements saisonniers ou de moins d'un an). • Peu de changements dans la productivité de la population (déclin de moins de 5 % dans l'abondance de reproducteurs).
Modérée	• Incidence modérée sur l'habitat du poisson et rétablissement à moyen terme (de trois à cinq ans). • Perte modérée de la productivité de la population (déclin de 5 % à 30 % dans l'abondance de reproducteurs).
Élevée	• Dommages importants à l'habitat du poisson qui entraînent un rétablissement de plus de cinq ans. • Perte importante de la productivité de la population (déclin de plus de 30 % dans l'abondance de reproducteurs).
Extrême	• Perte permanente d'un habitat du poisson à grande échelle. • Déclin important de la population et possibilité de disparation.

Certitude causale : Définition à deux volets. Partie 1 : Reflète la force des preuves établissant un lien entre la menace (l'activité précise) et les stress (p. ex. changement dans les taux de mortalité) touchant les populations de saumon atlantique en général. Par conséquent, les preuves peuvent provenir d'études sur n'importe quelle population de saumon atlantique. Partie 2 : Reflète la force des preuves établissant un lien entre la menace et les changements dans la productivité des populations de saumon atlantique de l'unité désignable des hautes terres du Sud en particulier. Voir le tableau A2 pour obtenir des définitions et des exemples de la façon dont la certitude causale a été évaluée. Remarque : Ne s'applique pas aux menaces probables.

Tableau A2. Définitions et exemples de la façon dont la certitude causale a été évaluée.

Certitude causale	Description
Négligeable	Hypothétique.
Très faible	Moins de 5 % : Le lien entre la menace et les stress touchant les populations de saumon est sans fondement, quoique possible.
Faible	De 5 % à 24 % : Un lien est possible et peu de preuves indiquent que la menace a entraîné un stress chez les populations de saumon.
Modérée	De 25 % à 75 % : Des preuves scientifiques établissent un lien entre la menace et les stress touchant les populations de saumon.
Élevée	De 76 % à 95 % : Des preuves scientifiques solides établissent un lien causal où les effets sur les populations sont compris du point de vue qualitatif.
Très élevée	Plus de 95 % : Des preuves scientifiques irréfutables indiquent que des stress vont se produire et que l'ampleur des effets sur les populations peut être quantifiée.

Tableau A3. Menaces pesant sur les populations de saumon atlantique dans le milieu d'eau douce de l'unité désignable des hautes terres du Sud.

Catégorie de menaces	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu d'eau douce							
Qualité de l'eau et quantité d'eau	Acidification	**Élevé**	Très élevée (78 % de la population évaluée a été touché)	H, A et P Continue et récurrente	Extrême	Très élevée	Très élevée
	Températures extrêmes	**Moyen**	Élevée à très élevée (selon l'information anecdotique, la majorité des rivières sont touchées)	H, A et P Saisonnière	Élevée	Élevée	Modérée
	Modification de l'hydrologie	**Élevé**	Élevée à très élevée	H, A et P Saisonnière	Élevée	Élevée	Modérée
	Extraction d'eau	**Faible**	Faible	H, A et P Récurrente	Négligeable à élevée (selon le moment et l'ampleur de l'extraction ou de la modification)	Haute	Faible
	Contaminants chimiques	**Faible**	Inconnue (selon l'information anecdotique, la majorité des populations sont touchées)	H, A et P Saisonnière	Négligeable à élevée (selon la concentration [dose] et le moment de l'exposition [durée])	Élevée	Faible
	Limon et sédiment	**Moyen**	Très élevée (100 %)	H et A Continue	Négligeable à élevée (selon la concentration [dose] et le moment de l'exposition [durée])	Élevée	Faible
Changements au sein des communautés biologiques	Espèces envahissantes (poissons)	**Élevé**	Modérée (22 % des populations évaluées)	H, A et P Continue	Élevée	Élevée	Modérée

Catégorie de menaces	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu d'eau douce							
	Espèces envahissantes (autres)	**Faible**	Faible	P Continue	Faible à élevée	Modérée	Très faible
	Mise en charge pour la mise en valeur des stocks au moyen de méthodes traditionnelles	**Moyen**	Très élevée	H et A Continue	Modérée à extrême (selon le nombre de poissons mis en charge et la période de mise en charge)	Élevée (le taux de rétablissement de la condition physique après la fin de la mise en charge est inconnu)	Faible
	Mise en charge (actuelle)	**Faible**	Faible (plusieurs projets « Fish Friends » et programmes éducatifs)	A et P Continue	Faible à élevée (selon le nombre de juvéniles mis en charge et la taille de la population destinataire)	Élevée	Faible
	Mise en charge d'autres salmonidés (truite arc-en-ciel, truite brune, omble de fontaine)	**Faible**	Modérée	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon le nombre de poissons mis en charge et le type de plan d'eau destinataire [lac ou rivière])	Modérée	Faible
	Salmoniculture (commerciale)	**Faible**	Faible	H, A et P Continue	Modérée	Élevée	Faible
	Prédateurs aviaires	**Moyen**	Élevée	A et P Saisonnière	Élevée	Modérée	Modérée

Catégorie de menaces	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu d'eau douce							
	Effets génétiques d'une petite population	**Moyen**	Modérée (surtout concentrée dans le sud-ouest de l'unité désignable)	H, A et P Continue	Négligeable à élevée (selon la durée pendant laquelle la population est petite, l'historique de mise en charge et les conditions propres au site)	Élevée	Aucune (non évaluée)
	Effet d'Allee (petite population)	**Moyen** (propre à l'abondance)	Très élevée (l'abondance est faible dans toutes les rivières)	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon l'abondance d'une population précise)	Modérée	Faible
	Activités scientifiques	**Faible**	Faible (deux rivières indicatrices, et relevés et échantillonnage occasionnels d'autres rivières)	H, A et P Saisonnière	Faible	Faible	Faible
Obstacles physiques	Fragmentation des habitats attribuable aux barrages, aux ponceaux et aux autres structures permanentes	**Élevé**	Modérée à très élevée	H, A et P Continue	Faible à extrême (selon la conception de la structure et son emplacement dans le bassin hydrographique)	Très élevée	Très élevée
	Réservoirs	**Moyen**	Modérée	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon la taille des réservoirs individuels et leur rang dans la série d'un réseau)	Élevée	Modérée

Catégorie de menaces	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu d'eau douce							
Altération de l'habitat	Infrastructure (routes)	**Moyen**	Très élevée (toutes les rivières)	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon la densité routière dans le bassin hydrographique ou le sous-bassin hydrographique)	Modérée	Faible
	Usines de pâtes et papiers	**Faible**	Faible (seulement deux usines de pâtes dans l'unité désignable)	H et A Continue	Modérée à élevée (selon le processus utilisé et la qualité des rejets d'effluents)	Élevée	Faible
	Production hydroélectrique	**Moyen**	Modérée	H, A et P Continue	Modérée à extrême (selon la conception de l'installation et le calendrier des opérations)	Élevée	Modérée
	Urbanisation	**Moyen**	Modérée	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon la densité de l'urbanisation et le développement des infrastructures)	Élevée	Modérée
	Agriculture	**Moyen**	Élevée	H, A et P Saisonnière	Faible à élevée (selon l'ampleur dans le bassin hydrographique et les pratiques utilisées)	Modérée	Faible
	Exploitation forestière	**Moyen**	Élevée	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon l'ampleur dans le bassin hydrographique et les pratiques utilisées)	Modérée	Faible

Catégorie de menaces	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu d'eau douce							
	Exploitation minière	**Moyen**	Inconnue	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon le nombre de mines, les processus utilisés et la vulnérabilité au drainage acide de la roche)	Modérée	Faible
Pêche dirigée du saumon (actuelle)	Pêches autochtones à des fins alimentaires, sociales et rituelles	**Faible**	Faible	H, A et P Saisonnière	Négligeable	Très élevée	Élevée
	Pêche récréative (pêche à la ligne)	**Faible**	Faible	H et P Saisonnière	Négligeable	Très élevée	Élevée
	Activités de pêche illégales et braconnage	**Élevé**	Inconnue (mais probablement élevée)	H, A et P Saisonnière	Faible à élevée (selon le nombre de saumons retirés et la taille de la population touchée)	Élevée	Élevée
Prises accessoires dans les autres pêches	Pêches autochtones ou commerciales	**Faible**	Faible	H, A et P Saisonnière	Faible	Élevée	Élevée
	Pêches récréatives	**Faible**	Élevée	H, A et P Saisonnière	Faible	Élevée	Élevée
	Pêche récréative : ciblage illégal du saumon atlantique par des titulaires de permis généraux	**Moyen**	Élevée	H, A et P Saisonnière	Faible à élevée (selon la pression de la pêche à la ligne)	Élevée	Élevée

Tableau A4. Menaces pesant sur les populations de saumon atlantique dans le milieu marin ou estuarien de l'unité désignable des hautes terres du Sud.

Menace	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu marin ou estuarien							
Changements au sein des communautés biologiques	Espèces envahissantes	**Faible**	Très élevée (toutes les populations)	A et P Continue	Faible	Faible	Faible
	Salmoniculture	**Élevé**	Très élevée	H, A et P Continue	Modérée à élevée (selon l'emplacement des installations aquacoles et les pratiques d'exploitation)	Élevée	Faible
	Aquaculture (autres espèces)	**Faible**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Saisonnière	Négligeable à modérée (selon les espèces élevées, l'emplacement de l'installation et les pratiques d'exploitation)	Faible	Faible
	Maladies et parasites	**Moyen**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Continue	Faible à élevée (selon le caractère intrusif des maladies et des parasites entraînant des épidémies)	Faible	Faible

Menace	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu marin ou estuarien							
Changements dans les conditions océanographiques	Changements dans les écosystèmes marins (y compris les changements dans les conditions océanographiques et l'abondance des prédateurs et des proies)	**Élevé**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Continue	Faible à extrême (selon l'ampleur des changements et la sensibilité du saumon aux changements)	Modérée	Faible
Changements physiques ou abiotiques	Navigation, transport, bruits, activités sismiques	**Faible**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Saisonnière	Incertaine; probablement négligeable à faible (selon la proximité du saumon à la source du bruit ou de l'activité)	Faible	Faible
	Contaminants et déversements (d'origine terrestre ou marine)	**Faible**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Épisodique	Faible à extrême (selon l'identité et l'ampleur de la contamination ainsi que l'efficacité du nettoyage)	Faible	Faible
	Énergie marémotrice	**Faible**	Faible	A et P Saisonnière	Modérée à élevée (selon la conception de l'installation et le calendrier des opérations)	Élevée	Modérée

Menace	Menace spécifique	Niveau de préoccupation	Emplacement ou ampleur	Occurrence et fréquence	Gravité	Certitude causale	
		Niveau de préoccupation pour l'ensemble de l'unité désignable	Ampleur de la menace dans l'unité désignable	Occurrence et fréquence de la menace dans l'unité désignable	Gravité des répercussions sur la population	Preuve établissant un lien général entre la menace et les stress	Preuve des changements dans la viabilité des populations de saumon dans les hautes terres du Sud
Milieu marin ou estuarien							
Pêches du saumon dirigées	Pêches de subsistance (Autochtones et résidents du Labrador)	**Faible**	Faible	H et P Saisonnière	Négligeable	Élevée	Élevée
	Pêches internationales (Groenland, Saint-Pierre et Miquelon)	**Moyen**	Très élevée (saumons pluribermarins de toutes les populations)	H, A et P Saisonnière	Négligeable à élevée	Élevée	Modérée
Prises accessoires dans les autres pêches	Pêches commerciales	**Faible**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Saisonnière	Faible	Élevée	Élevée
Pêche des proies du saumon	Pêches commerciales	**Faible**	Très élevée (toutes les populations)	H, A et P Saisonnière	Faible à élevée (selon la réduction des espèces de proies et la disponibilité d'autres espèces fourragères)	Faible	Faible

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succursale B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5087
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2013

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2013. Évaluation du potentiel de rétablissement du saumon atlantique des hautes terres du Sud. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/009.

Also available in English :

DFO. 2013. Recovery Potential Assessment for Southern Upland Atlantic Salmon. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2013/009.